



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Diseño de un concreto permeable  $f_c=175\text{kg/cm}^2$  como una alternativa  
para aguas pluviales incorporando canto rodado – Cusco 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Huallpa Sayre Eber: (ORCID: 0000-0001-5380-2558 )

**ASESOR:**

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño De Infraestructura Vial

**LIMA — PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la fuerza y la sabiduría para lograr y obtener el grado de Ingeniero Civil.

A mis padres, por ser el ejemplo a seguir y nunca rendirme.

A mis hermanos, que me dieron la mano en los momentos difíciles.

A todos ellos, expreso mi gratitud y estima personal.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por la oportunidad que me da día a día para seguir adelante sin desfallecer, ya que, sin la ayuda de Dios, nada sería posible.

A mis padres, quienes están siempre pendiente por mis desarrollo personal y profesional y por el apoyo que me dan en las decisiones que tomo para ser mejor día a día.

A mis hermanos por su apoyo incondicional en el trayecto de mi vida.

## INDICE

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN .....	2
ABSTRACT .....	3
INDICE .....	iv
Índice de Contenidos .....	v
INDICE DE FIGURAS .....	vi
INDICE DE TABLAS .....	6
I. INTRODUCCIÓN .....	4
II. MARCO TEÓRICO .....	8
III. METODOLOGÍA .....	22
3.1. Tipos y Diseño de Investigación .....	22
3.2. Variables y Operacionalización .....	23
3.3. Población, Muestra y Muestreo .....	25
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	25
3.5. Procedimientos .....	27
3.6. Método de análisis de datos .....	27
3.6. Aspectos Éticos .....	27
IV. RESULTADOS .....	29
V. DISCUSIONES .....	41
VI. CONCLUSIONES .....	44



VII.RECOMENDACIONES .....	45
REFERENCIAS .....	46
ANEXOS.....	1

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva granulométrica.....	31
<i>Figura 2.</i> Ensayo de Permeabilidad al 15% .....	39
<i>Figura 3.</i> Coeficiente de la permeabilidad en centímetro por segundo .....	40

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables .....	24
Tabla 2 Propiedades físicas.....	29
Tabla 3 Granulometría según la NTP-400.012 .....	30
Tabla 4 Resistencia a flexión .....	32
Tabla 5 Resistencia a compresión a 7 días .....	34
Tabla 6 Resistencia a compresión de los probetas a los 14 días .....	35
Tabla 7 Resistencia a compresión a los 28 días de la probetas .....	36
Tabla 8 Ensayo de permeabilidad.....	38

## RESUMEN

Este trabajo de investigación “Diseño de un concreto permeable FC=175KG/CM como una alternativa para aguas pluviales incorporando canto rodado - Cusco 2021. Se realiza con el objetivo de: Analizar si un concreto permeable FC=175KG/CM sirve para evacuar las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios del distrito de Santiago – Cusco 2021. Pues, existe la necesidad del diseño de un concreto permeable incorporando canto rodado para evacuar las aguas pluviales, ya que en Cusco se observa la presencia de escorrentías que causan malestar a la población; así mismo, se puede aprovechar la captación de agua para alimentar acuíferos y beneficiar áreas verdes. El diseño de investigación es experimental, con enfoque cuantitativo, tipo de investigación aplicada, con nivel de investigación descriptivo. Se tomó como población las probetas y como muestra quince probetas. Se utilizó la técnica de la observación para analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto permeable incorporando canto rodado. Después de las pruebas de laboratorio, se concluye: El diseño del concreto permeable FC=175KG/CM ayuda a evacuar las aguas pluviales, se determinó mediante el ensayo de permeabilidad del concreto permeable, por ello, es primordial la incorporación del canto rodado al concreto permeable para un bajo tránsito.

**Palabras claves:** Concreto permeable, propiedad físico mecánicas, propiedad mecánica, canto rodado, aguas pluviales y permeabilidad.

## ABSTRACT

This investigation work “Design of a permeable concrete FC = 175KG / CM as an alternative for rainwater incorporating pebbles - Cusco 2021. It is carried out with the objective of: Analyzing if a permeable concrete FC = 175KG / CM serves to evacuate the waters in the Pueblo Joven Barrio de Dios of the district of Santiago - Cusco 2021. Well, there is a need to design a permeable concrete incorporating pebbles to evacuate rainwater, as in Cusco the presence of runoff that causes discomfort to the population; Likewise, it is possible to take advantage of the water catchment to feed aquifers and benefit green areas. The research design is experimental, with a quantitative approach, a type of applied investigation, with a descriptive investigation level. The samples were taken as a population and fifteen samples as a sample. The observation technique was used to analyze the physical and mechanical properties of pervious concrete incorporating pebbles. After the laboratory tests, it is concluded: The design of the permeable concrete FC = 175KG / CM helps to evacuate the rainwater, the permeability of the permeable concrete was determined through the test, therefore, the incorporation of the pebble is essential to pervious concrete for low traffic.

**Keywords:** Permeable concrete, physical mechanical property, mechanical property, pebble, stormwater, and permeability

## **I. INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, por cambios climatológicos se ha visto mayor intensidad de lluvias, por ello el aumento de áreas de inundación, ocasionando las precipitaciones pluviales que son muy variables y se ven afectadas las carreteras, estacionamientos o veredas.

El desarrollo del concreto permeable ha surgido en Europa en el siglo XIX y su sistema de aplicación creció al finalizar la segunda guerra mundial debido a que existía la necesidad de reconstruir las edificaciones que han sido afectadas y las carreteras.

Así mismo, en Japón, se ha usado para construir las superficies de tránsito vehicular y peatonal, como también para estabilizar la vegetación en los alrededores de los ríos.

De la misma forma, en Australia es un elemento primordial en el diseño urbano sensible al agua teniendo como objetivo de mejorar la calidad y cantidad del agua en las zonas urbanas de la ciudad.

Por estas razones, en estos años se ha visto que el concreto permeable ha sido usado como una de las opciones de dar solución para la construcción de pozos de retención de aguas pluviales, así mismo, de permitir la filtración de aguas pluviales al subsuelo, de esta forma reducir la escorrentía y evitar la contaminación, las inundaciones y erosiones.

(INDECI, 2012) expresa que nuestro Perú, se encuentra en la zona tropical, por ello sufre las precipitaciones pluviales en la estación de verano dependiendo de su ubicación geográfica. Es así que nuestro país se encuentra propenso a sufrir las precipitaciones pluviales que generan daños a la población, para ello es necesario poner en práctica el

diseño del concreto permeable para evitar posibles daños que provocan las aguas pluviales.

El año 2010, Cusco presentó intensidad fuerte de lluvias en los meses de enero hasta marzo, y como consecuencia de ello, presentó desbordes de ríos e inundaciones afectando primordialmente a las provincias de Anta, Calca, Canchis, Quispicanchi, La Convención, Paruro, Paucartambo y Urubamba.

(La Republica, 2020) indica que Las emergencias son continuas en las regiones del sur como: Cusco, Puno y Arequipa que son las zonas más afectadas por los desastres ocasionados por las intensas precipitaciones.

Desde tiempos remotos el ser humano tiene problemas con la evacuación de aguas pluviales frente a las precipitaciones pluviales, por ello nace este tema de investigación titulada: Diseño de un concreto permeable  $f_c=175\text{kg/cm}^2$  como una alternativa para aguas pluviales incorporando canto rodado – Cusco 2021; del cual surgió el problema general: ¿De qué manera un concreto permeable  $FC=175\text{KG/CM}^2$  con canto rodado servirá para evacuar las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios del distrito de Santiago – Cusco 2021? Y planteando los problemas específicos de la siguiente manera: ¿Cómo el diseño de un concreto permeable permitirá la evacuación de aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios del distrito de Santiago – Cusco 2021?; ¿De qué manera la piedra del canto rodado mejorará la evacuación de aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios del distrito de Santiago – Cusco 2021?

A consecuencia de las aguas pluviales se ha generado mucha preocupación a lo largo de los años porque se ha visto de manera muy negativa la erosión en las calles de Cusco; por ese motivo, **la justificación técnica** es que consiste en incorporar al concreto

permeable la piedra canto rodado que es un agregado natural, que servirá para la evacuación de aguas pluviales y frenar los efectos negativos de aguas pluviales.

De la misma forma, el presente trabajo de investigación tiene como justificación teórica, debido a que servirá de base para los demás investigadores para seguir explorando nuevos conocimientos sobre el concreto permeable incorporando canto rodado.

Por otro lado, tiene justificación práctica debido a que con la aplicación del concreto permeable incorporando canto rodado se dará solución frente a las aguas pluviales.

Así mismo, tiene la justificación metodológica, debido a que se ha desarrollado según el método científico para llegar a un conocimiento sobre la aplicación del concreto permeable incorporando canto rodado.

Los efectos de la madre naturaleza que causa las precipitaciones pluviales se evidencia en la ciudad imperial del Cusco tales como: Inundaciones, erosiones y deslizamientos. Por ello, la **justificación social** es que los ciudadanos de la ciudad del Cusco se vean beneficiados con la aplicación del concreto permeable incorporando canto rodado, para de esta manera evitar las escorrentías, inundaciones, las erosiones y los deslizamientos, ya que este concreto permeable incorporando canto rodado servirá para una buena evacuación de las aguas pluviales.

En esta investigación, se ha formulado el siguiente objetivo general: Analizar si un concreto permeable  $FC=175\text{KG/CM}^2$  sirve para evacuar las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios del distrito de Santiago – Cusco 2021. Y dentro de los objetivos específicos se tiene: Determinar cómo el diseño de un concreto permeable permite la evacuación de aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios del distrito de Santiago

– Cusco 2021 y determinar de qué manera la piedra del canto rodado ayuda a mejorar la evacuación de aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios del distrito de Santiago – Cusco 2021.

Así mismo, se ha planteado la siguiente hipótesis general: El diseño de un concreto permeable  $FC=175\text{KG/CM}^2$  ayuda a evacuar las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios del distrito de Santiago – Cusco 2021 y como hipótesis específica se tiene lo siguiente: El diseño de un concreto permeable permite la evacuación de las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios del distrito de Santiago – Cusco 2021 y, la piedra del canto rodado ayuda a mejorar la evacuación de las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios del distrito de Santiago – Cusco 2021.

Con el presente trabajo de investigación se logrará la buena evacuación de aguas pluviales porque en la actualidad se observa que hay presencias de escorrentías que provoca a corto y largo plazo la erosión del suelo, daños a la calidad del agua, pérdidas recreativas y reproducción de mosquitos que afectan contra la salud pública.



## II. MARCO TEÓRICO

Después de realizar la investigación en los diferentes medios, se procedió a seleccionar las informaciones más relevantes a las variables de estudio del presente proyecto de investigación como se detalla a continuación.

Según (RAMÍREZ, 2018) realizó la tesis: “Resistencia de concreto permeable  $f_c=175\text{kg/cm}^2$  con adición de 10%,15% y 20% de agregado fino - Huaraz”, para obtener el grado de Ingeniero Civil, realizado en la Universidad San Pedro; planteando el siguiente **objetivo**: Comparar la dureza a la compresión de un concreto permeable  $f_c=175\text{kg/cm}^2$  con adición de 10%,15% y 20% de agregado fino. Su **metodología** aplicada es de: Tipo aplicada y explicativa. Su **población** estuvo constituida por el la sumatoria de todas las probetas de diseño de concreto dada por los parámetros de construcción establecido  $f_c=175\text{ kg/cm}^2$ . Los materiales están constituidos por los agregados grueso y fino, cemento, entre otros. Concluye que: Entre las características físicas y mecánicas de los agregados tenemos que el agregado fino posee una granulometría óptima, así mismo el peso específico de agregado fino es de  $2649\text{ kg/m}^3$  y del agregado fino  $2702\text{kg/m}^3$ ; de la misma manera la absorción de agregado grueso es de 0.96% y del agregado fino 2.1%, así como el peso unitario y la gravedad específica se encuentran dentro del rango requerido.

El autor peruano (PEREZ, 2017) realizó la tesis “Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, Trujillo 2017”, para la obtención del título de Ingeniero Civil, realizado en la Universidad Privada Del Norte. La **finalidad** de la tesis fue de evaluar la ocurrencia que tiene la agregación de tiras de plástico en las características del concreto permeable  $f_c= 175$

kg/cm<sup>2</sup> diseñando para pavimentos en la ciudad de Puno. Presenta la **metodología** de tipo Experimental con un diseño casi experimental, porque se trabajó por el conjunto de probetas de concreto. Su **población** estuvo constituida por el concreto permeable que utilizan en la elaboración del material duro de gradación 1/2", 3/8" y N°4. **Concluye:** Que se consiguió evaluar el comportamiento de las tres gradaciones de agregado grueso en las características del concreto absorbente. Guiándonos en la resistencia a la compresión y flexión, la gradación de agregado N°4 presenta mejor comportamiento sobre las otras dos gradaciones teniendo un valor de 209.68 kg/cm<sup>2</sup> y 33.81 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. En cuanto a la permeabilidad, se puede concluir que el agregado con gradación de 3/8 fue el que mayor coeficiente obtuvo con 0.222 cm/s.

(RODRIGUEZ, 2018), realizó la tesis denominada "Determinación de la permeabilidad y resistencia de un concreto permeable con 10%, 15% y 20% de relación de vacíos", para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil desarrollado en la Universidad San Pedro con el objetivo de elaborar las mezclas de concreto permeable con agregados andesíticos diseñadas para un 15% y 20% de vacíos. La metodología que se utilizó es de: Tipo aplicada y su población compuesta por las probetas que han sido elaboradas en el laboratorio de Mecánica de Suelos. La muestra está conformada por 36 testigos de concreto, de los cuales, 9 testigos se encuentran sin variación de relación de vacíos que es el patrón, 9 testigos con relación de vacíos de 10%, 9 testigos con relación de vacíos de 15% y 9 testigos de relación de vacíos de 20%; así también se hizo 6 testigos dimensiones diferentes para determinar el coeficiente de permeabilidad, 2 para 10" de vacíos, 2 para 15 % de vacíos y 2 para 20% de vacíos. En **conclusión**, la autora determinó: Que el coeficiente de permeabilidad en el porcentaje de vacíos de 10% el

coeficiente de permeabilidad resultó de 0.684 cm/segundo; mientras que en la relación de vacíos de 15% el coeficiente de permeabilidad es de 0.913 cm/segundo y por último con respecto a la relación de vacíos del 20% el coeficiente de permeabilidad ha dado resultado de 1.169 cm/segundo; de los cuales de cada uno de los resultados obtenidos están dentro de los parámetros de los coeficientes de permeabilidad.

Los autores (CHOQQUE, y otros, 2016) desarrolló la tesis llamada: “Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm”, para optar el título profesional de Ingeniero Civil elaborado en la Universidad Andina del Cusco. Como **objetivo** planteado es: Determinar la resistencia a compresión del Concreto Poroso, elaborado con agregado de las canteras de Vicho y Zurite incorporando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l, para lograr la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>. La **metodología** que ha usado es de tipo cuantitativo con un diseño de tipo cuasi experimental. La **población** está conformada por 126 briquetas para las pruebas a compresión y 18 briquetas para el caso del ensayo de permeabilidad que has sido hechas con agregado de las canteras de Vicho y Zurite, y los porcentajes de aditivos en peso han sido añadidas a las briquetas. Finalmente, los autores llegan a la **conclusión** que: Lograron que el concreto hecho con agregados de ½” a ¾” es viable como una opción para dar solución a los pavimentos de bajo nivel de tránsito.

(RAMOS, 2019) denominado “Mejoramiento al concreto absorbente con inserción de fibra de vidrio para aumentar su resistencia a la compresión en la ciudad de Tarma”, para conseguir el título profesional de Ingeniero Civil, realizado en la Universidad Católica

Sedes Sapientiae. El **objetivo** formulado es : Mejorar que el concreto absorbente insertando fibra de vidrio incremente su resistencia a la compresión en la ciudad de Tarma. Su **metodología es de tipo cuantitativo**, deductivo e hipotético. Su **población** está constituida por 12 probetas de 8" x 4" más 2 cubetas de 30x20x10. El autor **concluyó** que: Con la agregación de fibra de vidrio al concreto permeable ayuda a mejorar la resistencia a compresión del concreto absorbente.

(JIMENEZ, 2019) en su tesis "Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la ciudad de castilla, provincia Piura y departamento de Piura" El **objetivo** planteado es: Contribuir con el estudio del concreto permeable una opción sostenible para controlar las aguas pluviales en la Ciudad de Castilla - Piura. Su **metodología** es: Diseño experimental pues es a base de laboratorio mediante los ensayos de testigos, porque busca determinar si cumple con los requisitos de la resistencia a compresión conforme a la Norma Técnica CE. 010 que es de Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones, y si es suficientemente permeable para la filtración de agua pluvial cuando se presenta la intensidad de lluvia de 247.9 mm/h. La población está conformada por los concretos permeables, que contienen un % de aditivo (plastificante). **Concluye:** Que para obtener las mezclas de concreto permeable se debe hacer uso de acuerdo a la metodología que ha sido propuesto por el "informe del concreto permeable" dada por el (ACI 522R, 2010), haciéndose uso de relaciones bajas de agua/cemento y a su vez incorporando un % de aditivo plastificante con el propósito de darle trabajabilidad a las mezclas. Esto va a permitir la obtención de los concretos permeables que van a resistir los esfuerzos a la compresión que van a ser superiores a 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Seguidamente, se desarrollan las teorías afines del tema de investigación definiendo de la siguiente manera:

### **Concreto**

El concreto es un material duro, que en su estructura blanda se pueda amoldarse a las necesidades de la población. Según la UNIVERSIDAD DE LA RIOJA (2013), “El concreto es un material de construcción bastante resistente, que se trabaja en su forma plástica, por lo que puede adoptar casi cualquier forma” (p.92). En ese contexto se puede decir, que el concreto es muy fuerte, por ello se trabaja en su estructura maleable para aplicar en diferentes maneras.

Así mismo afirma (CEBALLOS, 2016) que “El concreto es un producto artificial compuesto de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado” (p.8). Según el autor nos dice que el concreto es una pasta donde se puede moldearse fácilmente en cualquier forma.

El concreto está formado por un conjunto de materiales que son agua, cemento, y aditivos que toma una forma plástica, moldeable y dura que sirve para las construcciones de las edificaciones, carreteras, y otros. (PASQUEL, 1998) refiere que el:

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes resistentes. Lo que lo hace un material ideal para la construcción (p.11). Con ello podemos indicar que el concreto es la sumatoria de los agregados, cemento, H<sub>2</sub>O, piedras de

diferentes tamaños, así como también los aditivos; gracias a esta sumatoria se llega a una consistencia dura.

Según (CEBALLOS, 2016) la importancia del concreto se basa en la mejor manejabilidad y trabajabilidad para realizar cualquier tipo de construcción de obras (p. 24).

(TEODORO, 2002) explica que el concreto está basada en la combinación de cemento, piedras naturales, piedras artificiales y agregados finos. La sumatoria de dichos agregados individuales conforman un producto bruto y asegura que no haiga un conjunto de vacíos, por ello es necesario tener buenas causas para tener un buen batido, buena colocación en in situ y un buen curado del concreto (p. 11).

### **Componentes del concreto**

El autor (PASQUEL, 1998) refiere que los componentes del concreto está dada por los elementos activo y pasivo. El elemento activo está compuesto por: Los agregados, cemento, agua y aditivos; mientras que el elemento pasivo está compuesto por el aire (p.13).

#### **Agregado**

El agregado consta de las arenas, grava y piedras y estos se pueden usar en su contextura original o aquello que ya está realizada por una mano. Como indica (CEMEX) “El agregado es un material granular (arena, grava, piedra triturada o escoria) usado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico. Puede utilizarse en su estado natural o bien, triturado, de acuerdo a su uso y aplicación”. Por ello, se puede decir que el agregado es un material natural y artificial y la combinación de los elementos forman un concreto con la ayuda del cemento.

También refiere el autor (RIVERA, 2013) que el agregado es denominado también áridos que son materiales inertes (Sin vida), que son de característica natural y artificial (p. 41).

#### Cemento:

De acuerdo a (RIVERA, 2013) el cemento es un material pulverizado que además de óxido de calcio contiene: sílice, alúmina y óxido de hierro y que forma, por adición de una cantidad apropiada de agua, una pasta conglomerante capaz de soportar tanto en el agua como en el aire (p.18). Es un material triturado y muy fino que sirve para resistir el H<sub>2</sub>O y las corrientes de aire. Dentro del cemento no se considera los materiales de cales hidráulicas, aéreas y yesos.

#### Agua

(OSORIO, 2020) indica que el agua es el componente necesario para hidratar la mezcla, debido a que entra en contacto con el cemento para endurecer el concreto y así poder llegar a la resistencia requerida.

#### Aditivos

El aditivo sirve para dar una elevación de la resistencia al concreto o retardar o adelantar su endurecimiento. El autor (RIVERA, 2013) refiere que el Aditivo es una sustancia química, por lo general dosificada por debajo del 5% de la masa del cemento, diferente del H<sub>2</sub>O, los agregados, el cemento y los refuerzos de fibra, se emplea como una ingrediente de la pasta, del concreto, y se añade al conjunto antes o durante el proceso de mezclado, con la finalidad de modificar alguna de sus propiedades físico, de tal manera el material se adapte de una mejor forma a las características de la obra y a las necesidades del constructor (p.231). En ese sentido el aditivo es aquella que está

dosificada menor al 5% de la masa del cemento, puede retardar, aumentar la resistencia y da una mejor manejabilidad al concreto.

#### Aire

(COMISION NACIONAL DE ÁREAS NATURALES, 2018) Nos dice que el aire es una sumatoria de gases que forma parte de la atmósfera, es por ello que se encuentra alrededor del medio en que vivimos. Los integrantes que son trascendentales que conforman el aire son: El nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, neón, helio, entre otros. Gracias a ello existe la vida que es lo más hermosa que hay en este mundo (p. 01).

#### Clases de concreto

En (DECRETO SUPREMO 010-2009-VIVIENDA, 2009), la Norma E.060 hace mención a los diferentes tipos de concreto, por ello se mencionan a continuación: Concreto estructural, de armado o reforzado, simple, de peso normal, ciclópeo, de Cascote, premezclado, Preesforzado.

Se ha podido evidenciar que nuestra norma peruana E060, no hace mención al concreto permeable, por ello, se ha recurrido al Instituto Americano del Concreto para conocer a cerca de variable de estudio.

#### Concreto Permeable

Según (ACI 522R-10, 2010) El concreto permeable, también conocido como no-fines, permeable, o el incremento de hormigón porosidad (EPC), por lo general consiste en cemento portland normal, agregado grueso de tamaño uniforme, y agua. Esta combinación forma una aglomeración de agregados gruesos rodeados por una capa delgada de pasta de cemento endurecida en sus puntos de contacto (p. 10).



Podemos decir, que es la sumatoria de los agregados individuales, a un producto bruto con un porcentaje de orificios, con una dureza a la compresión y que absorbe cantidad de H<sub>2</sub>O que va a permitir alimentar a los acuíferos.

(OSORIO, 2020) sostiene que “el concreto permeable es una mezcla de cemento, agua, agregado grueso y aditivos, que resulta en un material con una estructura de vacíos interconectados que permiten al agua y al aire, entre otros, pasar a través”. El párrafo hace referencia que la sumatoria de los agregados H<sub>2</sub>O, agregados fino, agregados gruesos, cementos y aditivos, da un producto bruto con cangrejas y estas cangrejas tienen la capacidad de absorber el agua y alimentar a los mantos acuíferos.

#### Propiedades de concreto permeable

Según la norma ASTM

Según (OSORIO, 2020) Las propiedades del concreto permeable está constituido por la propiedades físicas y mecánicas para lo cual desarrollaremos a continuación:

**Propiedades físicas:** Las propiedades físicas del concreto permeable son aquellas rasgos o caracteres que se pueden identificar al momento de observar el concreto a simple vista. Según (OSORIO, 2020), dentro de las propiedades físicas se tiene lo siguiente: Asentamiento, porosidad y permeabilidad.

Por otro lado, el autor (ACI 522R-10, 2010) refiere que las propiedades que se pueden observar el concreto comprende: La porosidad, aire, contenido de vacíos, contenido de cemento, y la gradación del agregado (p. 12).

**Asentamiento** según (OSORIO, 2020) “es una medida de la consistencia del concreto, se refiere al grado de fluidez de la mezcla e indica que tan seco o fluido está el

concreto” (parr. 4). Esto ocurre cuando la mezcla del concreto tiende a ser semilíquida, semiseco o seco y tiende a tener una mejor manejabilidad en su estado semilíquida.

**Porosidad** según (RODRIGUEZ, 2010) “Se define como el conjunto de los los espacios vacíos ( $V_v$ ) o volumen poroso ( $V_p$ , IUPAC) por unidad de volumen total de las piedras ( $V_t$ ), y se expresa en porcentaje:  $n = (V_v / V_t) \times 100$ ” (p. 3). Es decir, son los poros o agujeros que presenta el concreto.

De la misma forma (RODRIGUEZ, 2010), hace mención a la porosidad total y precisa al volumen total de vacíos por unidad de volumen total de piedras, para ello se debe contabilizar todos los espacios vacíos ya sean abiertos y cerrados y se calcula de acuerdo a la siguiente formula:  $n = ((P_s - P_d) / P_s) \times 100$ ; donde:  $P_s$  corresponde a la densidad de los granos minerales,  $P_d$  corresponde a la densidad de la roca seca y  $n$  corresponde a la porosidad total (p. 3).

**Permeabilidad según** (KOSMATKA, y otros, 2004) es la “la característica que facilita el ingreso de fluidos y gases” (p. 402). En ese entender, la permeabilidad es la que tiende a absorber el  $H_2O$  y los aires.

**Granulometría** según (KOSMATKA, y otros, 2004) definen que es la “distribución del tamaño de las partículas de agregado, que se determina por la separación a través de tamices normalizados” (p. 401). Con ello podemos decir que es el prorratio de las piedras, arenas y material fino de la arcilla a través de los equipos de medición de acuerdo a la norma.

**Tabla 2.4.Requisitos granulométricos del agregado grueso**

Nº	Tamaño Máximo	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados											
HUS O	Nominal	4"	3 1/2 "	3 "	2 1/2 "	2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº8	Nº16
1	3 1/2"a1 1 1/2"	100	90 a 100	-	25 a 60	-	-	0 a 15	-	-	-	-	-
2	2 1/2"a1 1/2"				90 a 100	35 a 70	-	0 a 5	-	-	-	-	-
3	2"a1"				100	90 a 100	0a15	-	0a5	-	-	-	-
357	2"a Nº4				100	95 a 100	35a70	-	10a30	-	0a5	-	-
4	1 1/2"a3/4"					100	20a55	0 a 5	-	0a5	-	-	-
467	1 1/2"a Nº4					100	-	35a70	-	10a30	0a5	-	-
5	1"a1/2"						90 a 100	20a55	0 a 10	0a5	-	-	-
56	1"a 3/8"						90 a 100	40 a 85	10a40	0a15	0a5	-	-
57	1"a Nº4						95 a 100	-	25a60	-	0a10	0a5	-
6	3/4"a3/8"						100	90 a 100	20a55	0a15	0 a 5	-	-
67	3/4"a Nº4						100	90 a 100	-	20a55	0a10	0a10	-
7	1/2"a Nº4							100	90 a 100	40a70	0a15	0a5	-
8	3/8"a Nº8								100	85a10 0	10a30	0a10	0a5
89	3/8"a Nº16								100	-	20 a 35	5a30	0a10
9	Nº4 a Nº16										85a100	10a40	0a10

NTP 400.037

### Peso unitario suelto

Según la norma (ASTM C29) es una situación compactada o destraba entre partículas y se hallan los vacíos entre los agregados finos y gruesos y es aplicable para los agregados que no son superiores a las 5 pulgadas de tamaño.

### Peso unitario compactado

La (ACTM C29, 1996) nos dice que es un método de ensayo a la determinación de la densidad tipo aglomerante de los agregados en un estado presionado o liberado , el

cálculo de los agujeros en agregados finos, gruesos o una combinación de ambos, El tipo prueba es adaptable a los agregados que no superen los 125 mm (5 pulgadas) como tamaño máximo nominal.

(ASTM C29/C29M-07, 1996)

La norma indica que ya es de costumbre decir que la propiedad determinada por este método de prueba, es el método de ensaye y habla que la determinación de la densidad en masa (“peso unitario”) de los adheridos en un estado compactada o liberado.

**Propiedades mecánicas:** Las propiedades mecánicas se refieren a la resistencia o fuerza que tiene el concreto y esto se mide a través de la flexión y compresión de las probetas del concreto. Según (KOSMATKA, y otros, 2004) la **Resistencia a flexión** definen como: “La habilidad de los sólidos de resistir a la flexión” (p. 402).

La (ASSOCIATION NATIONAL READY MIXED CONCRETE) refiere que: “La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón)” (p. 1). Así mismo expresa la (ASSOCIATION NATIONAL READY MIXED CONCRETE) con respecto a la resistencia a flexión de la siguiente manera:

La resistencia a la flexión se expresa como el módulo de rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (Cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (Cargada en el punto medio) (p. 1). Es decir, esta resistencia se alcanza a través de la ruptura de viga según nos indica el ASTM.

Resistencia a compresión según (KOSMATKA, y otros, 2004) indican que:

La resistencia máxima que una briqueta de concreto puede sostener, cuando cargada axialmente en compresión en una máquina de ensayo a una

velocidad especificada. La resistencia de una briqueta se obtiene a través de una prueba del área de sección transversal para obtener la resistencia al aplastamiento.

Según (PONCE, 2017) menciona que existen diferentes formas de briquetas que pueden ser tubular o cubicas, los cuales se usan para establecer la resistencia a la compresión.

La (FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL UNAM) nos dice que hay tres formas de fuerza de concreto y están basados en la resistencia a la compresión, los cuales se mencionan a continuación: Resistencia baja que comprende hasta 200 kg/cm<sup>2</sup>, resistencia media que comprende de 200 a 400 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia alta que comprende mayor de 400 kg/cm<sup>2</sup>.

#### Canto rodado

(ARRGHETTI, 2010) nos dice que la piedra natural lisa casi redondeada viene de las clasificaciones granulométricas a través de los ríos de un proceso de recorrido natural, en los arroyos naturales de San Carlos y Maldonado. Nos dice que hay una cantera de producción de arenas medias a gruesas y de donde se catalogan en tres fracciones: grava fina, grava gruesa, y cantizal. También explica que el material se puede utilizar en hormigones y mezclas, asfálticas, y es parte de la construcción civil, como carreteras edificaciones losas y pavimentaciones.

El canto rodado es una modificación de piedras y que tiene un volumen de diferentes tipos de tamaño, recorre atreves de los ríos y así mismo tiende a cambiar su forma (CHURCH, 1978) (p.1).

(ROCAS Y MINERALES, 2016) nos indica que el canto rodado es parte de unos peñascos o trozos y tienen una forma casi circular a consecuencia de un desgaste natural, producto de las corrientes de agua (p.1).

(INGEMMET, 2019) nos dice que son pedazos de una piedra lisa que recorre naturalmente por las aguas, en un estado natural a través de ríos. una piedra lisa o pulida transportados por medios naturales, una piedra rodada adquiere una forma pulida y casi tipo circular redondeada, debido al procesos erosivos durante el recorrido natural (p.6).

#### Evacuación de aguas pluviales

La (Norma OS.060 RNE PERU, 2004) nos explica, que es un método de drenaje pluvial que evacua caudales de  $H_2O$ . Es decir, se presentan las lluvias y a consecuencia de ella se utiliza el sistema de drenaje menor para poder evacuar las aguas pluviales en alcantarillado pluvial y a su vez poder usar los sardineles de las veredas, como conducciones de deposición (p.06).

(ITRAE, 2014) menciona que la cantidad de fluido se debe derramar a través de cunetas, arroyos naturales, costas de ríos y zonas verdes y así como el resto por posos acuíferos naturales.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipos y Diseño de Investigación

De acuerdo a (HERNANDEZ, y otros, 2010), nuestra investigación es de enfoque cuantitativo porque el autor menciona que la enfoque cuantitativo recolecta datos ya que en nuestra investigación se recolecta datos de las probetas para luego ser analizadas de manera numérica las propiedades físico mecánicas y propiedad mecánica del concreto endurecido y obtener los resultados para su análisis correspondiente; es decir que el enfoque de esta investigación es cuantitativo, ya que al diseñar el concreto permeable  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  incorporando canto rodado al obtener resultados se podrá determinar la contribución a la evacuación de aguas pluviales.

Además, es de diseño experimental porque según el autor (HERNANDEZ, y otros, 2010) “Los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula” (P. 122). Con este quiere decir el autor que en los diseños experimentales se manipulan las variables para luego ver el efecto en la variable dependiente, para nuestro caso de estudio se manipula la variable independiente que es el concreto permeable en el experimento que se realiza en laboratorio para ver el efecto en la evacuación de aguas pluviales.

**Método de investigación** es hipotético deductivo ya que se formulan hipótesis respecto al fenómeno observado y se comprueba la veracidad de las hipótesis utilizando el método científico (HERNANDEZ, y otros, 2018).

**El tipo de investigación** es aplicada ya que conforme al autor (CARRASCO, 2005) “Esta investigación se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un

determinado sector de la realidad” (p. 43). Para nuestro caso, se hace el diseño del concreto permeable con canto rodado para la evacuación de aguas pluviales.

De la misma forma según (HERNANDEZ, y otros, 2010) considera que la investigación aplicada es “resolver problemas prácticos” (prol. XXXIX).

**El nivel de investigación** es experimental como dice (CARRASCO, 2005):

Es la investigación que se realiza luego de conocer las características del fenómeno o hecho que se investiga (variables) y las causas que han determinado que tenga tales y cuales características, es decir, conociendo los factores que han dado origen al problema, entonces ya se le puede dar un tratamiento metodológico (p. 42). En el caso de nuestro estudio es experimental porque después de ver los resultados de laboratorio se puede determinar la permeabilidad del concreto permeable frente a las aguas pluviales.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

Para nuestro caso de estudio se tiene las variables de concreto permeable que es la variable independiente y evacuación de aguas pluviales que es la variable dependiente, para ello, se muestra el cuadro de la operacionalización de variables, donde nos muestra las dimensiones e indicadores de las variables de estudio ya que esto nos sirve para medir las variables de estudio.



Tabla  
Operacionalización de variables

1

	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
INDEPENDIENTE	Concreto permeable	Concreto especial de alta porosidad que permite la filtración del agua al subsuelo y de una adecuada capacidad portante necesaria para resistir un tráfico determinado. American Concrete Institute (ACI 522R-10, 2010)	Concreto poroso tiene la finalidad de absorber las aguas pluviales y poder alimentar la napa freática gracias a la porosidad que tiene el concreto absorbente podemos decir que es un concreto ecológico y para poder resistir un tráfico determinado	Propiedad físico mecánica	- Módulo de fineza	Razón
					- Peso Específico (gr / cm3)	Razón
					- Peso unitario del suelo (Kg / m3)	Razón
					- Peso Unitario compactado (Kg/m3)	Razón
					- (%) de Humedad	Razón
					- (%) de Absorción	Razón
				Propiedad mecánica del concreto endurecido	- Granulometría	Razón
					- Abrasión	Razón
					- Resistencia	Razón
DEPENDIENTE	Evacuación de aguas pluviales	Método de drenaje pluvial que evacua caudales de h2O. Es decir, se presentan las lluvias y a consecuencia de ella se utiliza el sistema de drenaje menor para poder evacuar las aguas pluviales en alcantarillado pluvial y a su vez poder usar los sardineles de las veredas, como conducciones de deposición (Norma OS.060 RNE PERU, 2004)	La evacuación de aguas pluviales son procesos realizados por la naturaleza que al momento de llover no son filtradas por los terrenos del sub suelo, sin que circulan por las avenidas, parques, juegos recreativos, canchas de futbol, etc. Las aguas por lo general debería ir por los colectores o drenajes	Permeabilidad	- Ensayo de permeabilidad en campo	Razón

### 3.3. Población, Muestra y Muestreo

**La población** en este trabajo de investigación está conformada por todas las probetas. (HERNANDEZ, y otros, 2010) considera que “La población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p. 174). En ese sentido se ha tomado en cuenta que la población es considerada de tipo **infinito** ya que no existe una norma que especifique cuantas probetas se deben considerar para la interpretación del análisis de las propiedades del concreto permeable.

**La muestra** es definido como un “subgrupo de la población del cual se recolectan datos y debe ser representativo de esta” (HERNANDEZ, y otros, 2010) (p. 73). Con esto quiere decir que los subconjuntos de la población deben contar con características peculiares. Para nuestro caso de estudio se seleccionará muestras representativas, tomando en cuenta el factor económico del investigador para realizar los respectivos ensayos, para ello, se hace uso de quince probetas.

**El muestreo** tiene como propósito escoger unos elementos de la población para calcular estadísticamente y a partir de estos resultados considerar con cierta probabilidad los datos poblacionales (LERMA, 2009) (p. 73). Para nuestro caso de estudio, no se cuenta con el muestreo porque no se utiliza los cálculos estadísticos para la obtención de la muestra.

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

(ÑAUPAS, y otros, 2014) sostiene que “son los procedimientos y herramientas mediante los cuales se va recoger los datos e informaciones necesarias para probar o contrastar nuestra hipótesis de investigación” (p. 135). Es decir, los procedimientos son

los pasos a seguir que se realizan para recolectar datos y el instrumento son los materiales y/o equipos que se utilizan para conseguir los datos.

Para el caso de estudio se utiliza la técnica de la observación porque al momento de realizar las pruebas se observa las propiedades físicas. Como se citó en (ÑAUPAS, y otros, 2014) indica que: “La observación es el proceso de conocimiento de la realidad factual, mediante el contacto directo del sujeto cognoscente y el objeto o fenómeno por conocer, a través de los sentidos, principalmente la vista, el oído, el tacto y el olfato” (p. 135). Para nuestro caso de estudio se realiza la técnica de la observación, porque en el diseño del concreto permeable incorporando canto rodado se observará la evacuación de aguas pluviales.

Para el caso de este presente estudio de investigación se tiene el instrumento de recolección de datos como son los materiales de laboratorio para los respectivos análisis de las probetas para medir la permeabilidad y la resistencia a flexión y compresión.

La **validez de los instrumentos** conforme a (HERNANDEZ, y otros, 2010) es el “Grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir” (p. 201). En esta ocasión, se basará primero en la evidencia física del diseño de concreto permeable incorporando canto rodado en el Pueblo Joven Barrio de Dios y en las pruebas de laboratorio que serán evaluadas de acuerdo a la norma técnica peruana.

De la misma forma (HERNANDEZ, y otros, 2010) sostiene que: “La **confiabilidad** de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales” (p. 200). Es decir, el grado de seguridad con que todas las briquetas tienen la misma característica para la realización del ensayo para tener iguales resultados.

### 3.5. Procedimientos

El procedimiento que se seguirá para lograr los resultados esperados en esta investigación, consta del diseño del concreto permeable  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  incorporando canto rodado para la evacuación de aguas pluviales.

En primer lugar, el diseño del concreto permeable  $FC = 175 \text{ kg/cm}^2$  incorporando canto rodado se constituirá de los agregados como son: Piedra canto rodado de la cantera San Salvador y que debe pasar por los tamices de  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ , y así poder realizar el diseño de mezcla, de la misma forma, se tendrá que utilizar el cemento IP, y lo más importante el agua que tiende a unir todo los agregados y así poder llegar a la resistencia requerida y garantizar la capacidad de absorber y evacuar las aguas provocadas por las lluvias.

En segundo lugar, habiendo culminado el trabajo en in situ se podrá apreciar la evacuación de las aguas pluviales filtrando de los poros del concreto permeable.

### 3.6. Método de análisis de datos

Para nuestro caso de estudio se utilizó el método de análisis inductivo porque después de hacer el análisis de laboratorio se hace análisis de datos a través del Microsoft Excel, una vez recoger los resultados de nuestro estudio.

### 3.6. Aspectos Éticos

Se toma en consideración los principios éticos, para lo cual tenemos los siguientes valores:

**La beneficencia**, ya que está orientada al beneficio social y más que todo medio ambiental al tener como propósito reducir las escorrentías.

**La no maleficencia**, ya que a través de la recolección de este material inerte no afecta negativamente a la sociedad, de hecho, ayuda a disminuir las enfermedades respiratorias.

**Con respecto a la autenticidad**, el trabajo de investigación se encuentra regido bajo las normas del estilo ISO 690 y 690-2 con respecto a las citas y referencias de tesis, libros, artículos científicos y artículos periodísticos.

**La verdad**, ya que los datos obtenidos en los resultados de los análisis en laboratorio son evidenciados mediante fotografías y guías de laboratorio firmado por el personal competente.

**La autonomía**, ya que el autor emplea sus propias opiniones, criterios e interpretación de los datos obtenidos, teniendo como base a los antecedentes mencionados en el marco teórico.

**Compromiso y responsabilidad**, ya que el autor asume todas las responsabilidades de esta investigación y de tal forma se compromete a cumplir con todo lo indicado en el procedimiento de la investigación.

## IV. RESULTADOS

Después de realizar las pruebas en laboratorio, se ha obtenido los resultados de las variables de la investigación. De la variable concreto permeable se ha obtenido la propiedad físico mecánicas y la propiedad mecánica del concreto endurecido; así mismo se ha obtenido los resultados de permeabilidad de la variable evacuación de aguas pluviales.

### 4.1. Resultados de las variables de estudio.

Variable independiente: Concreto permeable

De la variable concreto permeable, se tiene dos dimensiones que son: Las propiedades físico mecánicas y las propiedades mecánica del concreto endurecido. Ahora, mostramos los resultados de acuerdo a las dimensiones de las variables de investigación.

Tabla 2  
*Propiedades físicas*

Propiedades físicas	Valores usuales	Calculado	Norma
<b>Módulo de Fineza</b>	(5,5 -8,5)	7.44	NTP 400.011
<b>Peso Específico (gr / cm3)</b>	(2,4-2,8)	2.61	NTP 400.012
<b>Peso Unitario Suelto (Kg / m3)</b>	(1300-180)		
<b>Peso Unitario Compactado (Kg / m3)</b>	(1400-1900)	1,770	NTP 400.017
<b>(%) de Humedad</b>	(0,0-2,0)	2.07	NTP 400.017
<b>(%) de Absorción</b>	(0,2-4,0)	0.82	NTP 400.019

Elaboración propia

De los resultados obtenidos en la tabla 2 nos muestra con respecto a las propiedades físicas del concreto permeable, en donde se puede evidenciar que el

resultado hallado del módulo de fineza es 7.44, del peso específico 2.61, del peso unitario compactado 1.770, porcentaje de humedad 2.07, y el porcentaje de absorción es 0.82, los cuales se encuentra dentro del rango de los valores usuales dadas según la NTP 400.017.

Tabla 3  
*Granulometría según la NTP-400.012*

<b>Malla</b>	<b>Peso retenido (g)</b>	<b>(%) Retenido</b>	<b>(%) Retenido acumulado</b>	<b>(%) Pasa acumulado</b>
<b>2"</b>	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>1 ½"</b>	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>1"</b>	0.00	0.00	0.00	100.00
<b>3 / 4"</b>	948.76	46.36	46.36	53.64
<b>1/ 2"</b>	871.59	42.59	88.95	11.05
<b>3/8"</b>	194.94	9.53	98.47	1.53
<b>1/4"</b>	25.71	1.26	99.73	0.27
<b>N° 4</b>	0.52	0.03	99.75	0.25
<b>N° 8</b>	0.71	0.03	99.79	0.21
<b>N° 200</b>	4.33	0.21	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>	2,046.56	100.00		

Elaboración propia

En la tabla 3, nos indican los resultados de la granulometría del concreto permeable que es una de las propiedades físicas de la variable independiente. En ello nos muestra el porcentaje retenido de los agregados según los tamices.

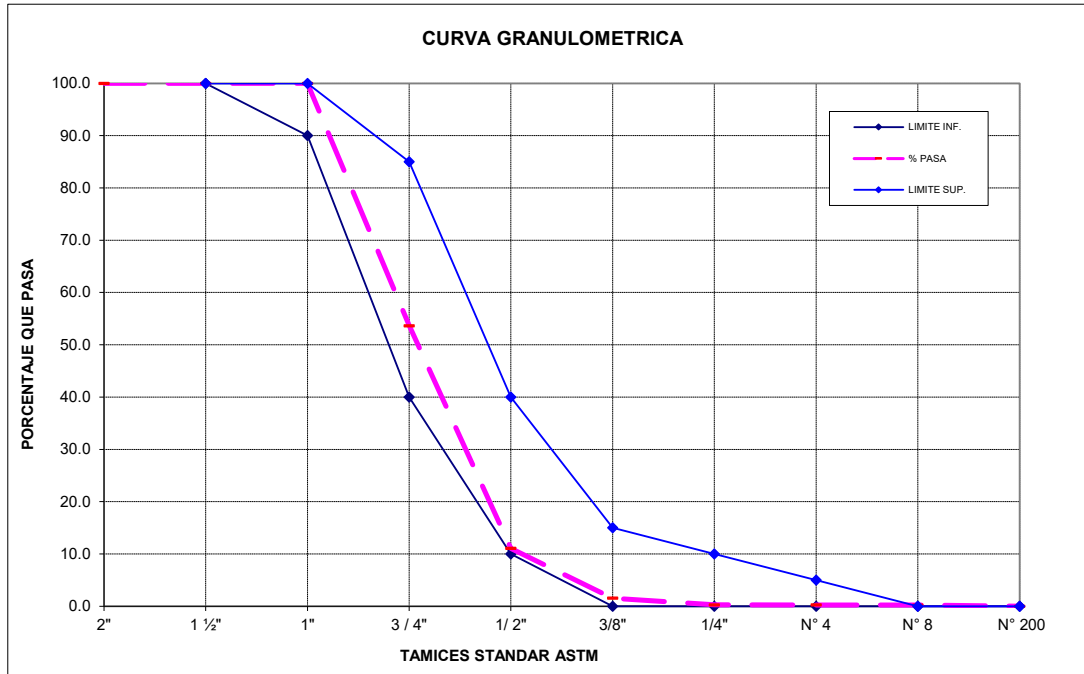


Figura 1. Curva granulométrica

En esta figura 1, se puede evidenciar la curva granulométrica, en donde nos muestra que la curva se encuentra dentro de los rangos permitidos según ASTM.



## Propiedad mecánica (NTE. 0.60) NTP 339.079

Tabla 4  
*Resistencia a flexión*

Estructura	Fecha		Edad	(F´C)	(Mr)	DIAL	Largo	Altura	Ancho	Resistencia		Observación	
	Moldeo	Rotura	Días	Kg/cm2	Kg/cm2	MPa	(cm)	(cm)	(cm)	kg/cm2	%	Debe tener	
Viga 01	09/02/21	16/02/21	7	175	8.20	0.52	37.00	17.00	15.00	5.3	64.6%	67.0%	En el rango
Viga 02	09/02/21	16/02/21	7	175	8.20	0.44	37.00	17.00	15.00	4.5	54.7%	67.0%	No cumple
Viga 03	09/02/21	16/02/21	7	175	8.20	0.51	37.00	17.00	15.00	5.2	63.4%	67.0%	En el rango
Viga 04	09/02/21	23/02/21	14	175	8.20	0.50	37.00	17.00	15.00	5.1	62.2%	83.5%	No cumple
Viga 05	09/02/21	23/02/21	14	175	8.20	0.65	37.00	17.00	15.00	6.6	80.8%	83.5%	En el rango
Viga 06	09/02/21	23/02/21	14	175	8.20	0.67	37.00	17.00	15.00	6.8	83.3%	83.5%	En el rango
Viga 07	09/02/21	09/03/21	28	175	8.20	0.67	37.00	17.00	15.00	6.8	83.3%	100.0%	No cumple
Viga 08	09/02/21	09/03/21	28	175	8.20	0.71	37.00	17.00	15.00	7.2	88.3%	100.0%	En el rango
Viga 09	09/02/21	09/03/21	28	175	8.20	0.74	37.00	17.00	15.00	7.5	92.0%	100.0%	En el rango

Elaboración propia

La tabla 4 nos muestra la resistencia a flexión del concreto permeable. Se puede observar la indicación que: Si cumple, en el rango y no cumple, lo cual se puede decir que de acuerdo a la NTP 339.078 -2012, que el enunciado “si cumple” indica que la resistencia de la viga es igual o superior a la resistencia del diseño; y el enunciado “en el rango” indica que la resistencia de la viga es igual o superior al 85% de la resistencia del diseño, mientras que el enunciado “no cumple” indica que la resistencia de la viga es inferior al 85% de la resistencia del diseño. En ese sentido, se puede decir que las vigas a los 7 días de rotura presentan los siguientes resultados de la siguiente manera: La viga 1 presenta el 64.6% de resistencia lo cual se encuentra en el rango según la NTP 339.078 -2012, de la misma forma la viga 03 se encuentra en el rango ya que el porcentaje de resistencia es de 63.4%; mientras que la viga 02 presenta el 54.7% de resistencia lo cual no cumple con la resistencia a la flexión.

Así mismo se puede evidenciar que las vigas a los 14 días de rotura presentan los siguientes resultados: La viga 05 y 06 se encuentran en el rango ya que presentan el 80.8% y 83.3% de resistencia a la flexión respectivamente; mientras que la viga 04 no cumple a la resistencia a la flexión debido a que presenta el 62.2% de resistencia.

También, se puede observar que las vigas a los 28 días de rotura muestran resultados similares a las resistencias de las anteriores vigas y se detalla a continuación: La viga 08 y viga 09 se encuentran en el rango ya que presentan una resistencia de 83.3% y 92% respectivamente; mientras que la viga 07 no cumple a la resistencia a la flexión ya que presenta el 83.3% de resistencia.

## Ruptura de briqueta NTP 339.034:1999

Tabla 5  
Resistencia a compresión a 7 días

ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD	(F'c)	DIAL	DIAMETRO	RESISTENCIA			OBSERVACION
	MOLDEO	ROTURA	(días)	(kg/cm2)	(MPa)	(cm)	(kg/cm2)	%	Debe tener	
BRIQUETA 01	09/02/21	16/02/21	7	175	11.55	15.50	117.8	67.3%	67.0%	Si cumple
BRIQUETA 02	09/02/21	16/02/21	7	175	9.98	15.50	101.8	58.2%	67.0%	En el rango
BRIQUETA 03	09/02/21	16/02/21	7	175	11.87	15.50	121.0	69.2%	67.0%	Si cumple
BRIQUETA 04	09/02/21	16/02/21	7	175	8.84	15.50	90.1	51.5%	67.0%	No cumple
BRIQUETA 05	09/02/21	16/02/21	7	175	10.64	15.50	108.5	62.0%	67.0%	En el rango

Elaboración propia

En la tabla 5 resistencia a compresión a los 7 días, se puede evidenciar que de la briqueta 1 y la briqueta 2 cumplen con la resistencia porque el porcentaje de la resistencia se encuentran 67.3% y 69.2% respectivamente, de la misma forma la briqueta 2 y la briqueta 5 se encuentran en el rango ya que sus valores de resistencia se encuentran en el 58.2% y 62%, mientras que la briqueta 5 no cumple con la resistencia porque se encuentra en el 51.5%.

## Ruptura de briqueta NTP 339.034:1999

Tabla 6

*Resistencia a compresión de los probetas a los 14 días*

ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD	(F'c)	DIAL	DIAMETRO	RESISTENCIA		OBSERVACION	
	MOLDEO	ROTURA	(dias)	(kg/cm2)	(MPa)	(cm)	(kg/cm2)	%		
								Debe tener		
BRIQUETA 11	09/02/21	23/02/21	14	175	14.88	15.50	151.7	86.7%	83.5%	Si cumple
BRIQUETA 12	09/02/21	23/02/21	14	175	14.02	15.50	143.0	81.7%	83.5%	En el rango
BRIQUETA 13	09/02/21	23/02/21	14	175	14.29	15.50	145.7	83.3%	83.5%	En el rango
BRIQUETA 14	09/02/21	23/02/21	14	175	13.55	15.50	138.2	79.0%	83.5%	En el rango
BRIQUETA 15	09/02/21	23/02/21	14	175	14.89	15.50	151.8	86.8%	83.5%	Si cumple

Elaboración propia

En la tabla 6 resistencia a compresión a los 14 días nos muestra los resultados obtenidos, en donde nos indica que la briqueta 12,13 y 14 se encuentran en el rango ya que los resultados arrojan 81.7%, 83.3% y 79% respectivamente; también, la briqueta 11 y 15 si cumplen con la resistencia debido a que los resultados muestran que las briquetas antes mencionadas se encuentran en 86.7% y 86.8% respectivamente. Ello quiero decir, que los resultados a compresión a los 14 días están aceptables ya que se encuentran dentro de los parámetros establecidos según la NTP 339.034:1999.

## Ruptura de briqueta NTP 339.034:1999

Tabla 7  
Resistencia a compresión a los 28 días de la probetas

ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD	(F'c)	DIAL	DIAMETRO	RESISTENCIA		OBSERVACION
	MOLDEO	ROTURA	(dias)	(kg/cm2)	(MPa)	(cm)	(kg/cm2)	%	Debe tener
BRIQUETA 16	09/02/21	09/03/21	28	175	16.49	15.50	168.1	96.1%	100.0% En el rango
BRIQUETA 17	09/02/21	09/03/21	28	175	17.26	15.50	176.0	100.6%	100.0% Si cumple
BRIQUETA 18	09/02/21	09/03/21	28	175	14.57	15.50	148.6	84.9%	100.0% No cumple
BRIQUETA 19	09/02/21	09/03/21	28	175	17.55	15.50	179.0	102.3%	100.0% Si cumple
BRIQUETA 20	09/02/21	09/03/21	28	175	16.42	15.50	167.4	95.7%	100.0% En el rango

Elaboración propia

En la tabla 7, resistencia a compresión a los 28 días de la probeta, se puede observar los resultados, en donde nos indica que las briquetas 16 y 20 se encuentran en el rango ya que sus resultados se encuentran 96.1% y 95.7% respectivamente; de la misma forma se puede evidenciar que la biqueta 17 y 19 si cumple con la norma porque sus resultados arrojan 100.6% y 102.3% respectivamente, mientras que la biqueta 18 no cumple con los valores dadas por la norma y se encuentra en 84.9%. Con ello podemos decir, que la resistencia a compresión a los 28 días es válida para el diseño de mezclas del concreto permeable incorporando canto rodado.

Con los resultados obtenidos tanto de la propiedad físico mecánica y propiedad del concreto endurecido podemos aceptar la hipótesis planteada: El diseño de un concreto permeable  $FC=175\text{KG}/\text{CM}^2$  ayuda a evacuar las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios Huancaro del distrito de Santiago – Cusco 2021, porque se determinó que la resistencia a compresión cumple de acuerdo a la resistencia  $FC= 175\text{KG}/\text{CM}^2$  que se especificó.

#### Variable 2: Evacuación de aguas pluviales

Para el caso de la presente investigación se ha tomado como variable dependiente evacuación de aguas pluviales y como dimensión se ha considerado la permeabilidad. Ahora se muestra los resultados de la permeabilidad a través del ensayo artesanal según la Ley de Darcy y se muestra de la siguiente manera:

$$k = \frac{V}{I}, \quad I = \frac{\Delta h}{L}, \quad V = \frac{L}{T} \gg k = \frac{L^2}{T \cdot \Delta h}$$

Donde:

$k$  = Constante de permeabilidad

$V$  = Velocidad de descenso

$I$  = Gradiente hidráulico

$L$  = Longitud de la tubería

$\Delta h$  = Longitud de la tubería

$T$  = Tiempo de descenso

$$L (\text{cm}) = 80$$

$$T (\text{seg}) = 87$$

$$\Delta h (\text{cm}) = 80$$

Tabla  
Ensayo de permeabilidad

8

Tiempo (seg.)	Intervalo tiempo (seg.)	de Descenso acumulado nivel (cm)	del Descenso nivel (cm)	del Altura del nivel (cm):
1·00	1·00	0·0	0·0	80·00
8·00	7·00	7·5	7·5	72·50
18·00	10·00	17·0	9·5	63·00
25·00	7·00	24·5	7·5	55·50
38·00	13·00	36·5	12·0	43·50
45·00	7·00	43·5	7·0	36·50
50·00	5·00	49·5	6·0	30·50
60·00	10·00	57·0	7·5	23·00
66·00	6·00	63·0	6·0	17·00
75·00	9·00	72·0	9·0	8·00
87·00	12·00	80·0	8·0	0·00

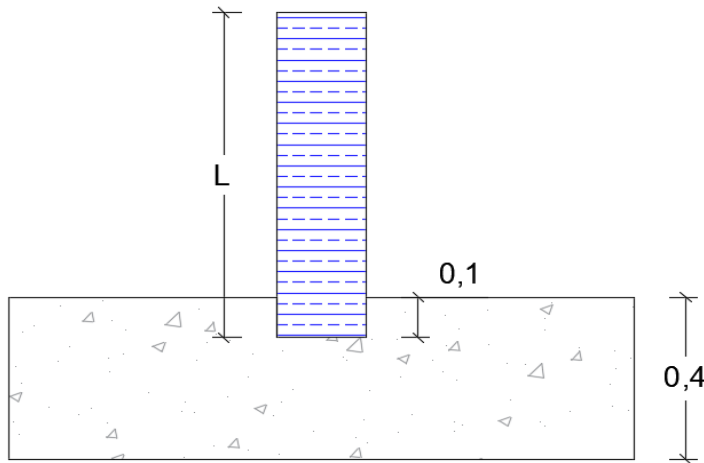
Elaboración propia

$$k = \frac{L^2}{T * \Delta h}$$

$$k = (80 \times 80) / (87 \times 80) = 0.9195402 \text{ cm/s}$$

El coeficiente de permeabilidad es de 0.9195402 cm/s, el cual se encuentra dentro de los valores normales de la permeabilidad de un concreto al 15%. Con ello podemos decir, que la piedra del canto rodado ayuda a mejorar la evacuación de aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios Huancaro del distrito de Santiago – Cusco 2021, porque se

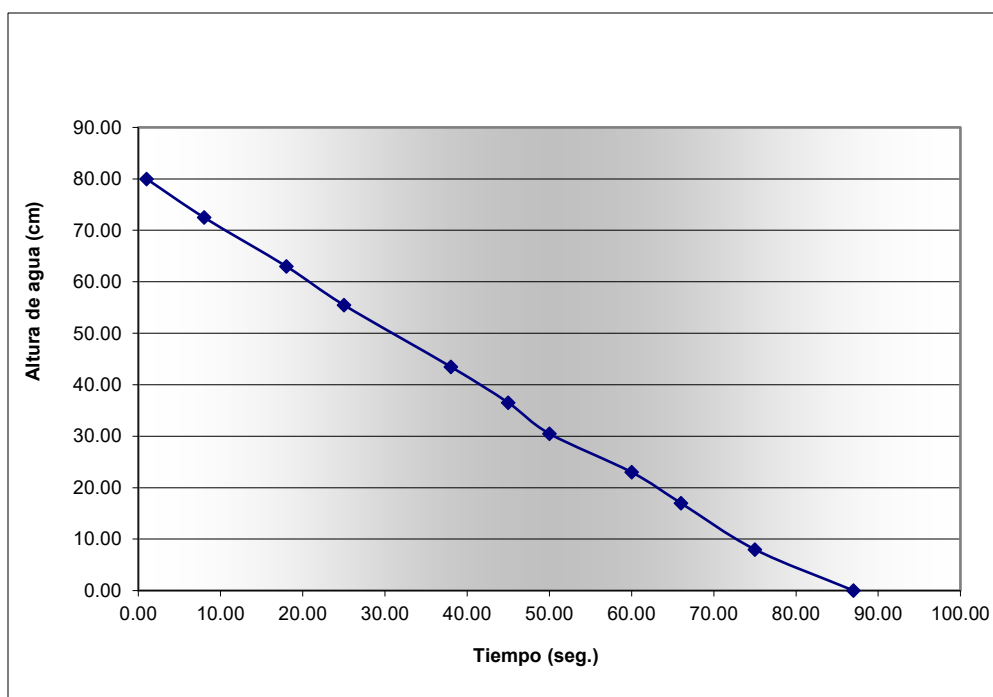
demuestra que el nivel de permeabilidad si es viable para evacuar aguas pluviales de acuerdo a los ensayos in situ que se realizó.



*Figura 2.* Ensayo de Permeabilidad al 15%

En la figura 2, se puede evidenciar el ensayo de permeabilidad, en donde nos muestra que el concreto tiene una altura de 40 cm y el tubo tiene 80 cm para ver la velocidad con el que desciende el agua a través del tubo para ver la filtración del agua de la estructura porosa del concreto.





*Figura 3.* Coeficiente de la permeabilidad en centímetro por segundo

En la figura 3 se muestra la permeabilidad del agua en donde indica que la capacidad que el agua desciende de una altura de 80 centímetros en 87 segundos, por ello podemos afirmar que el diseño de un concreto permeable permite la evacuación de aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios Huancaro del distrito de Santiago – Cusco 2021, porque se demostró a través del ensayo de permeabilidad si es permeable el concreto poroso frente a las aguas pluviales, por ello se acepta la hipótesis planteada.

## V. DISCUSIONES

Después de realizar el análisis de resultados, se procede a la discusión con los otros autores que realizaron estudios semejantes a nuestro trabajo de investigación. (RAMÍREZ, 2018) desarrolló la tesis “Resistencia del concreto permeable  $FC=175/CM2$  con adición de 10%, 15% y 20% de agregado fino Huaraz” en donde llega a la conclusión que entre las características físicas y mecánicas de los agregados se tiene que el agregado fino posee una granulometría óptima, el peso específico de agregado fino  $2649\text{ kg/m}^3$ , de agregado fino  $2702\text{ kg/m}^3$  y la absorción de agregado grueso 0.96% y del agregado fino 2.1%, así como peso unitario, gravedad específica se encuentran dentro del rango requerido. De la misma forma, los resultados de este trabajo de investigación con relación a las propiedades físico mecánicas y mecánicas en estado endurecido de agregados finos cumplen como: El agregado grueso poseen una granulometría de acuerdo a la Norma, así mismo la absorción es de 0.82% como también la gravedad específica se encuentra dentro de los rangos. Es por ello que se asemeja el trabajo de investigación con el trabajo de investigación de (RAMÍREZ, 2018), ya que ya que las propiedades físicas se encuentran dentro del rango requerido según la normativa.

(PEREZ, 2017) en su tesis: “Influencia de la granulometría del agregado grueso en la propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, Trujillo 2020” llegó a la conclusión: Consiguió el comportamiento de las tres granulometrías de agregado grueso en las características del concreto poroso, basándonos a una resistencia a la compresión y flexión, en donde la gradación de agregado N°4 presenta un mejor comportamiento.

De la misma forma en nuestra investigación se ha llegado de manera similar a los resultados de las propiedades mecánicas e hidráulicas con los ensayos a compresión y flexión con la gradación de 3/8 de los tamices.

(RODRIGUEZ, 2010) realizó la tesis titulada “determinación de la permeabilidad y resistencia de un concreto permeable con 10%, 15% y 20% de relación de vacíos” llegando a la conclusión de que el coeficiente de permeabilidad en el porcentaje de vacíos es de 10% donde el coeficiente de permeabilidad es de 0.684 cm/segundo; mientras que en la relación de vacíos de 15% el coeficiente de permeabilidad es de 0.913 cm/segundo y la relación de vacíos del 20% el coeficiente de permeabilidad es de 1.169 cm/segundo; en donde cada uno de los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango de los coeficientes de permeabilidad. Nuestros resultados también se asemejan a los resultados obtenidos del autor ya que el tesista muestra en sus ensayos la relación de vacíos de 15% el coeficiente de permeabilidad que es de 0.913 cm/segundo, se encuentran dentro de los valores normales, según nuestra la prueba de en in situ se tuvo un coeficiente de permeabilidad de 0.961 cm/segundos lo cual está dentro de sus valores normales del rango del coeficiente de permeabilidad.

(CHOQQUE, y otros, 2016) en su tesis “Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando un aditivo super plastificante de densidad 1.2kg/l para una resistencia de 210 kg/cm” en donde demostró que el concreto hecho con agregados de  $\frac{1}{2}$ ” a  $\frac{3}{4}$ ” es viable como una opción de alternativa para pavimentos de bajo nivel de tránsito. Por ello, nuestro resultado de investigación se asemeja porque nuestra investigación es diseñada para veredas y de bajo tránsito.

(JIMENEZ, 2019) desarrolló la tesis “Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la ciudad de Castilla, provincia Piura y departamento Piura; en donde llega a la conclusión Que para obtener las mezclas de concreto permeable se debe hacer uso de acuerdo a la metodología que ha sido propuesto por el “informe del concreto permeable” dada por el (ACI 522R, 2010), haciéndose uso de relaciones bajas de agua/cemento y a su vez incorporando un % de aditivo plastificante con el propósito de darle trabajabilidad a las mezclas. Esto va a permitir la obtención de los concretos permeables que van a resistir los esfuerzos a la compresión que van a ser superiores a 210 kg/cm<sup>2</sup>. Nuestros resultados obtenidos son parecidos al autor porque en los resultados obtenidos se ha usado la norma ACI 522 disminuyendo el h<sub>2</sub>O para tener una buena dosificación del concreto.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. El diseño del concreto permeable  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$  incorporando canto rodado ayuda a evacuar las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios del distrito de Santiago – Cusco 2021, porque haciendo los ensayos de laboratorio y en in situ se pudo determinar que la resistencia a compresión del concreto está dentro de los valores determinados a la compresión y el coeficiente de permeabilidad es de 0.919 cm/segundo.

2. El diseño de un concreto permeable permite la evacuación de las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios del distrito de Santiago – Cusco 2021, ya que haciendo uso del ensayo de permeabilidad se ha podido comprobar que efectivamente absorbe las aguas pluviales.

3. La piedra del canto rodado ayuda a mejorar la evacuación de aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios Huancaro del distrito de Santiago – Cusco 2021, debido a que los resultados muestran que si ayudan a evacuar las aguas pluviales y haciendo los ensayos de compresión y flexión se pudo determinar que cumplen la resistencia de acuerdo a la norma y si es permeable porque su textura lisa permite evacuar las aguas pluviales.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a las compañías de empresas constructoras, concreteras e intelectuales, analizar y trabajar con la norma dada por el ACI 522R 10, y la norma ASTM C 136, ya que con ello se puede tener buenos resultados, sea en las propiedad física y propiedad mecánicas para un concreto permeable; ya que el diseño de un concreto permeable  $FC=175KG/CM^2$  ayuda a evacuar las aguas pluviales en el pueblo joven Barrio de Dios Huancaro del distrito de Santiago – Cusco 2021
2. Se recomienda a las constructoras, municipios, gobiernos regionales, que realicen este tipo de diseño de un concreto permeable, porque tiene la capacidad de absorber y evacuar naturalmente las aguas pluviales y así poder alimentar los (acuíferos), ya que en el planeta en que vivimos solo se encuentra un 2.5% de agua dulce y es una gran preocupación para los seres vivos; además puede ayudar a una mejor transitabilidad de peatones, ya que el diseño de un concreto permite la evacuación de las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios Huancaro del Distrito de Santiago – cusco 2021.
3. Se recomienda emplear la piedra canto rodado por que sus condiciones físicas de la piedra rodada son de textura lisa, ya que tiene la facilidad de absorber el agua. Por qué la piedra canto rodado ayuda a mejorar la evacuación de aguas pluviales en el pueblo joven barrio de Dios Huancaro del distrito de Santiago – cusco 2021

## REFERENCIAS

- ABANTO, Flavio. 2017.** *Tecnología del Concreto*. Lima : San Marcos, 2017. pág. 242. 0978612315463.
- ACI 522R-10. 2010.** *Informe sobre hormigón permeable*. U.S.A. : s.n., 2010.
- ACTM C29. 1996.** étodo de ensaye estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos en los agregados. 1996.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.** Método de ensaye estandar para determinar la densidad en masa.
- ARRGHETTI, RICHARD VIVIANA, GIANOTTI. 2010.** *Proyecto de evaluacion de los recursos minerales aridos en maldonado*. Montevideo : s.n., 2010. pág. 83.
- ASSOCIATION NATIONAL READY MIXED CONCRETE.** El concreto en la practica.
- ASTM C29.** Método de Ensayo Estándar para densidad bruta (peso unitario) y vacios en los agregados. pág. 1.
- ASTM C29/C29M-07. 1996.** Método de ensaye estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos en los agregados. [ed.] 1. 1996.
- CARRASCO, Sergio. 2005.** *Metodología de investigación científica*. I edición. Lima : San Marcos, 2005.
- CEBALLOS, Martín. 2016.** El concreto permeable. [En línea] Agosto de 2016. <http://www.revistacyt.com.mx/pdf/agosto2016/experto.pdf>.
- CEMEX.** Agregados para el concreto. México : s.n.
- CHOQQUE, Hubert y CCANA, Juan Cesar. 2016.** *Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l para una*

*resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>*. ingeniería y arquitectura, Universidad Andina del Cusco. 2016.  
Tesis.

**CHURCH, MICHAEL. 1978.** Desgaste (abrasión), fluvial. 1978. pág. 1.

**COMISION NACIONAL DE ÁREAS NATURALES. 2018.** El aire: elemento de vida en la Tierra. 2018.

**DECRETO SUPREMO 010-2009-VIVIENDA. 2009.** REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. *Norma E.060*. LIMA, Perú : s.n., Mayo de 2009. pág. 14.

**ESCUELA DE FORMACIÓN DE GF.** Ensayo De Permeabilidad Lefranc En Suelos. Tipos Y Aplicaciones.

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL UNAM.** Propiedades del concreto permeable. págs. 32,33.

**FUNDACION CENTRO INTERNACIONAL DE HIDROLOGIA SUBTERRANEA.** Ecuación de flujo del agua subterranea. pág. 53.

**HERNANDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian Paulina. 2018.** *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México : McGrawHill Education, 2018.

**HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2010.** *Metodología de investigación científica*. Quinta edición. s.l. : Mc Graw Hill, 2010.

**INDECI. 2012.** Evaluación del impacto socioeconómico de la temporadas de lluvias 2010 en la region de cusco. LIMA : s.n., 2012.

**INGEMMET. 2019.** Minerales y Rocas. 2019, 6.

**INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO. 2004.** Conceptos Basicos Del Concreto. 2004, págs. 4,5.



- ITRAE. 2014.** *Desarrollo Urbanístico SL*. Barcelona. 2014. pág. 2.
- JIMENEZ, Hilder Javier. 2019.** *Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la ciudad de castilla, provincia Piura y departamento de Piura*. Ingeniería. Piura : s.n., 2019. tesis.
- KOSMATKA, Steven, y otros. 2004.** *Diseño y control de mezclas de concreto*. I Edición s.l., EE.UU : Portland Cement Association, 2004.
- La Republica. 2020.** *Inundaciones y huaicos ponen en jaque a Arequipa, Cusco y Puno*. Lima : s.n., 2020.
- LERMA, Héctor Daniel. 2009.** *Metodología de la investigación*. Cuarta edición. Bogotá : Ecoe Ediciones, 2009.
- Norma OS.060 RNE PERU. 2004.** *Drenaje Pluvial Urbano*. lima : s.n., 2004. pág. 3.
- ÑAUPAS, Alberto, y otros. 2014.** *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis*. Cuarta Edición. Bogotá : U, 2014.
- OSORIO, Jesús David. 2020.** *Hidratación del concreto: Agua de curado y agua de mezclado*. Medellín : s.n., 2020.
- PASQUEL, Enrique. 1998.** *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*. Lima : Segunda Edición, 1998.
- PEREZ, Johan Joe . 2017.** *Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, trujillo 2017*. Ingeniería, Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2017. Tesis.
- PONCE, Luis. 2017.** *Medición de resistencia a tempranas edades del hormigón: método que mejor se ajusta para la determinación de tiempos mínimos de desencofrado de elementos verticales de hormigón*. Montevideo : s.n., 2017.

**RAMÍREZ, Juan Américo . 2018.** *Resistencia de concreto permeable  $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 10 %,15; y 20% de agregados fino - Huaraz.* Ingeniería, Universidad san Pedro. Huaraz : s.n., 2018. Tesis.

**RAMOS, Carina Melina. 2019.** *Mejoramiento al concreto absorbente con inserción de fibra de vidrio para aumentar su resistencia a la compresión en la ciudad de Tarma.* Ingeniería. tarma : s.n., 2019. tesis.

**RIVERA, Gerardo. 2013.** *Concreto sencillo.* Cauca : s.n., 2013.

**ROCAS Y MINERALES. 2016.** CANTO RODADO. 2016. pág. 1.

**RODRIGUEZ, Javier. 2010.** Propiedades físicas: Densidad y porosidad. Octubre de 2010. pág. 3.

**RODRIGUEZ, Lesly Dioshelyn Nimya. 2018.** *Determinación de la permeabilidad y resistencia de un concreto permeable con 10%, 15% y 20% de la relación de vacíos.* Ingeniería, Universidad San Pedro. Huaraz : s.n., 2018. Tesis.

**SANCHES, DE GUSMANDIEGO. 1996.** *TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO.* 3. SantaFe De bogota : s.n., 1996.

**TEODORO, HARMSSEN E. 2002.** *Diseño De Estructuras De Concreto Armado.* lima : s.n., 2002. pág. 11.

**—. 2002.** *Diseño De Estructuras De Concreto Armado.* lima : s.n., 2002.

# ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de Operacionalización de Variables

	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
INDEPENDIENTE	Concreto permeable	Concreto especial de alta porosidad que permite la filtración del agua al subsuelo y de una adecuada capacidad portante necesaria para resistir un tráfico determinado. American Concrete Institute (ACI 522R-10, 2010)	Concreto poroso tiene la finalidad de absorber las aguas pluviales y poder alimentar la napa freática gracias a la porosidad que tiene el concreto absorbente podemos decir que es un concreto ecológico y para poder resistir un tráfico determinado	Propiedad física y mecánica	Módulo de fineza	Razón
					Peso Especifico (gr / cm3)	Razón
					Peso unitario del suelo (Kg / m3)	Razón
					Peso Unitario compactado (Kg/m3)	Razón
					(%) de Humedad	Razón
					(%) de Absorción	Razón
					Granulometría	Razón
				Propiedad mecánica del concreto endurecido	Abrasión	Razón
					Resistencia	Razón
DEPENDIENTE	Evacuación de aguas pluviales	Método de drenaje pluvial que evacua caudales de h2O. Es decir, se presentan las lluvias y a consecuencia de ella se utiliza el sistema de drenaje menor para poder evacuar las aguas pluviales en alcantarillado pluvial y a su vez poder usar los sardineles de las veredas, como conducciones de deposición (Norma OS.060 RNE PERU, 2004)	La evacuación de aguas pluviales son procesos realizados por la naturaleza que al momento de llover no son filtradas por los terrenos del sub suelo sin no que circulan por las avenidas, parques, juegos recreativos, canchas de futbol, etc. Las aguas por lo general debería ir por los colectores o drenajes	Permeabilidad	- Ensayo de permeabilidad en campo	Razón

## ANEXO 2. Matriz de Consistencia

TÍTULO:	DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE FC=175KG/CM2 COMO UNA ALTERNATIVA PARA AGUAS PLUVIALES INCORPORANDO CANTO RODADO – CUSCO 2021						
AUTORA:	EBER HUALLPA SAYRE						
	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
GENERAL	¿ De qué manera un concreto permeable FC=175KG/CM2 con canto rodado servirá para evacuar las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios Huancaro del distrito de Santiago – Cusco 2021?	Analizar si un concreto permeable FC=175KG/CM2 sirve para evacuar las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios Huancaro del distrito de Santiago – Cusco 2021	El diseño de un concreto permeable FC=175KG/CM2 ayuda a evacuar las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios Huancaro del distrito de Santiago – Cusco 2021	Variable Independiente: Concreto permeable	Propiedad físico mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Módulo de fineza</li> <li>- Peso Específico (gr / cm3)</li> <li>- Peso unitario del suelo (Kg / m3</li> <li>- Peso Unitario compactado (Kg/m3)</li> <li>- (%) de Humedad</li> <li>- (%) de Absorción</li> <li>- Granulometría</li> </ul>	<b>Método de investigación:</b> Método Científico  <b>Diseño de investigación:</b> Tipo Experimental  <b>Enfoque de investigación:</b> Cuantitativo  <b>Tipo de investigación:</b> Aplicada  <b>Nivel de investigación:</b> Experimental
					Propiedad mecánica del concreto endurecido	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión	
ESPECÍFICOS	¿Cómo el diseño de un concreto permeable permitirá la evacuación de las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios Huancaro del distrito de Santiago – Cusco 2021?	Determinar cómo el diseño de un concreto permeable permite la evacuación de las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios Huancaro del distrito de Santiago – Cusco 2021	El diseño de un concreto permeable permite la evacuación de las aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios Huancaro del distrito de Santiago – Cusco 2021	Variable dependiente: Evacuación de aguas pluviales <sup>4</sup>	Permeabilidad	Ensayo de permeabilidad en campo	
	¿De qué manera la piedra del canto rodado ayudará a mejorar la evacuación de aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios Huancaro del distrito de Santiago – Cusco 2021?	¿Determinar de qué manera la piedra del canto rodado ayuda a mejorar la evacuación de aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios Huancaro del distrito de Santiago – Cusco 2021?	La piedra del canto rodado ayuda a mejorar la evacuación de aguas pluviales en el Pueblo Joven Barrio de Dios Huancaro del distrito de Santiago – Cusco 2021				

## COORDENADAS UTM CANTERA SAN SALVADOR

Coordenadas utm: zona 18s

N°	Nombre	Norte	Este	Altura
1	San salvador	8507678	201606,	3.008 m



Figura 4. Cantera de San Salvador



*Figura 6. Traslado de material*



*Figura 5. Verificación del agregado*



*Figura 7. En el laboratorio de tamices*





Figura 8. Preparación de mezcla de concreto de 15% de vacío



Figura 9. Preparación de probetas



Figura 10. Preparación de vigas



*Figura 11.* Curado de probetas de concreto permeable



*Figura 12.* Observando la permeabilidad del concreto permeable





Figura 13. Prueba de compresión de viga de concreto permeable al 15%



Figura 14. Prueba de compresión de probeta de concreto permeable 15%

## COORDENADAS UTM PUEBLO JOVEN BARRIO DE DIOS HUANCARO DEL DISTRITO DE SANTIAGO – CUSCO 2021

**Coordenadas UTM: ZONA 19S**

N°	Nombre	Norte	Este	Altura
1	Huancaro	8501068.19.	177285.15.	3378



*Figura 15.* Lugar del diseño del concreto permeable para la evacuación de aguas pluviales

Figura 12: ensayo realizado a la permeabilidad de un concreto permeable al 15% en in situ





*Figura 16.* Vaciado de un concreto poroso realizado a la permeabilidad de un concreto permeable al 15% en in situ



*Figura 17.* Ensayos realizados a la permeabilidad de un 15%

## DISEÑO DE MEZCLAS DE 175 kg/cm<sup>2</sup> PERMEABLE

### 1.- Parámetros físicos del agregado

DESCRIPCION	A. FINO	A. GRUESO
P.e.	0.00	2.61
P.U. compactado y seco (kg/m <sup>3</sup> )	0	1770
Contenido de humedad (%)	0	2.07
Porcentaje de absorción (%)	0.00	0.82
Módulo de fineza	0.00	7.44

### 2.- Datos del Diseño

Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>): 175

Peso específico del cemento\* (gr/cm<sup>3</sup>): 2.85

\* El cemento usado en el presente trabajo es el cemento Yura, tipo IP

Peso de la bolsa de cemento (kg): 42.5

Relacion agua/cemento (a/c): 0.26

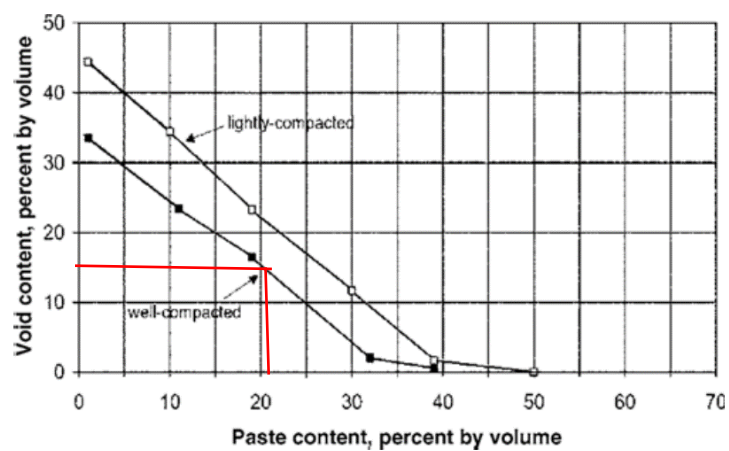
Tamaño máximo nominal (pulgadas) 3/4''

Tamaño máximo nominal (mm) 19.05

Cantidad de vacíos - Cv (%) 15

### 3.- Determinación del Volumen de la Pasta (Vp)

*Tabla para obtener el valor Vp, teniendo en cuenta el % de vacíos*



Volumen de la Pasta (Vp)

0.21

#### 4.- Cantidad de Cemento Requerido

$$C = \left( \frac{Vp}{0.315 + a/c} \right) * 1000 \text{ kg/m}^3$$

Cemento (kg):

365.22

#### 5.- Estimación del Agua de la Mezcla

\*La estimación del agua de mezcla se obtiene de la relación a/c

$$a = \left( \frac{a}{c} \right) * C$$

Requerimiento de agua (kg o lt):

94.96

#### 6.- Estimación del Contenido de Agregado Grueso

$$Vag = 1 - (Vp + Vc)$$

Volumen agregado seco - Vag (%)

0.64

Volumen agregado seco - Vag (m3)

0.944

Peso agregado seco - Vag (kg)

1670.4

#### 7.- Dosificación en volumen para 1 m<sup>3</sup>

Cemento:	0.1281	m3
Agua:	0.0950	m3
Aire atrapado:	0.1500	m3
Agregado grueso:	0.6269	m3
Suma total:	1.0000	m3

Volumen abs. Agregado fino:	0.0000	m3
Peso del agregado fino:	0.0000	Kg

## 8.- Ajuste por contenido de humedad

Agua efectiva:	74.08	litros
Agua efectiva:	0.0741	m3
Proporciones finales en obra en peso x m3		
Peso del Cemento:	365.22	kg
Peso del Agregado Grueso:	1670.40	kg
Peso del Agregado Fino:	0.00	kg
Cantidad de Bolsas de Cemento:	8.59	bolsas

## 9.- Dosificación en proporciones

Proporción	Peso	Volumen
Cemento	1.0	1.0
A. Grueso.	4.6	4.9
A. Fino	0.0	0.0
Agua	0.2	0.6

## 10.- Proporciones Finales

	<b>PESO (Kg)</b>	<b>VOLUMEN (m3)</b>
<b>Peso del Cemento:</b>	8.59 bolsas	8.59 bolsas
<b>Peso del Agregado Grueso:</b>	1670.40 kg	0.63 m3
<b>Peso del Agregado Fino:</b>	0.00 kg	0.00 m3
<b>Cantidad de Agua Efectiva:</b>	74.08 lt.	74.08 lt.

## 10.- Proporciones con desperdicio

Desperdicio en %

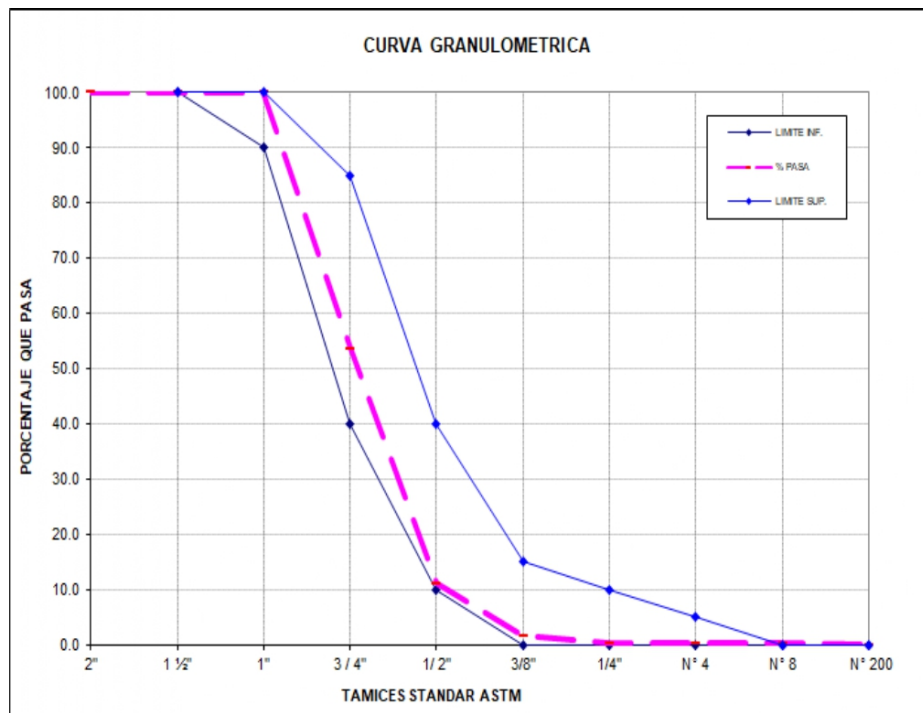
20

	<b>PESO (Kg)</b>	<b>VOLUMEN (m3)</b>
<b>Peso del Cemento:</b>	10.31 bolsas	10.31 bolsas
<b>Peso del Agregado Grueso:</b>	2004.48 kg	0.75 m3
<b>Peso del Agregado Fino:</b>	0.00 kg	0.00 m3
<b>Cantidad de Agua Efectiva:</b>	88.89 lt.	88.89 lt.

CARACTERISTICAS FISICAS Y GRANULOMETRICAS DE AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO								
SOLICITADO:		EBER HUALLPA SAYRE.						
OBRA:		"DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE FC=175KG/CM2 COMO UNA ALTERNATIVA PARA AGUAS PLUVIALES INCORPORANDO CANTO RODADO – CUSCO 2021"						
UBICACIÓN:		CUSCO						
FECHA:		CUSCO, FEBRERO DE 2021.						
CANTERA:		CANTERA SAN SALVADOR						
LABORATORISTA:								
GRANULOMETRIA					CARACTERISTICAS FISICAS		V. Usuales	Calculado
Tamaño Máximo 3/4"								
NTP-400.012								
MALLA	PESO	(%)	(%)	(%)	1)	Modulo de Fineza	(5,5 -8,5)	7.44
	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASA	2)	Peso Especifico (gr / cm3)	(2,4-2,8)	2.61
	(gr)		ACUMUL	ACUMUL	3)	Peso Unitario Suelto (Kg / m3)	(1300-1800)	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	4)	Peso Unitario Compactado (Kg / m3)	(1400-1900)	1.770
1 ½"	0.00	0.00	0.00	100.00	5)	(%) de Humedad	(0,0-2,0)	2.07
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	6)	(%) de Absorsión	(0,2-4,0)	0.82
3 / 4"	948.76	46.36	46.36	53.64	DESGASTE		Máximo	Calculado
1/ 2"	871.59	42.59	88.95	11.05	1) Abrasión - Maquina de los Angeles		35%	(%) 18.25
3/8"	194.94	9.53	98.47	1.53	OBSERVACIONES			
1/4"	25.71	1.26	99.73	0.27	Material proporcionado por el solicitante.			
Nº 4	0.52	0.03	99.75	0.25				
Nº 8	0.71	0.03	99.79	0.21				
Nº 200	4.33	0.21	100.00	0.00				
TOTAL	2,046.56	100.00						







INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L  
*Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza*  
GERENTE GENERAL -

**DISEÑO DE MEZCLAS DE 175 kg/cm<sup>2</sup> PERMEABLE**

**1.- Parámetros físicos del agregado**

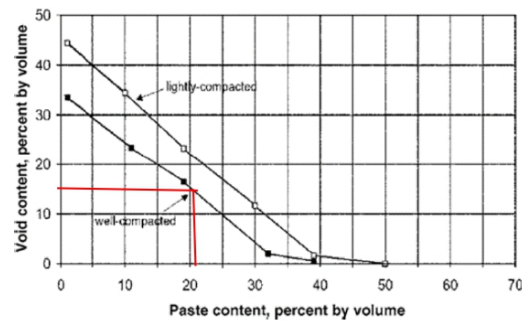
DESCRIPCION	A. FINO	A. GRUESO
P.e.	0.00	2.61
P.U. compactado y seco (kg/m <sup>3</sup> )	0	1770
Contenido de humedad (%)	0	2.07
Porcentaje de absorción (%)	0.00	0.82
Módulo de fineza	0.00	7.44

**2.- Datos del Diseño**

Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> ):	175
Peso específico del cemento* (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.85
* El cemento usado en el presente trabajo es el cemento Yura, tipo IP	
Peso de la bolsa de cemento (kg):	42.5
Relacion agua/cemento (a/c):	0.26
Tamaño máximo nominal (pulgadas)	3/4"
Tamaño máximo nominal (mm)	19.05
Cantidad de vacíos - Cv (%)	15

**3.- Determinación del Volumen de la Pasta (Vp)**

Tabla para obtener el valor Vp, teniendo en cuenta el % de vacíos



**INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L**  
Tec. Ing. Edgar Mayhua Maza  
GERENTE GENERAL

Volumen de la Pasta (Vp)

0.21

#### 4.- Cantidad de Cemento Requerido

$$C = \left( \frac{Vp}{0.315 + a/c} \right) * 1000 \text{ kg/m}^3$$

Cemento (kg):

365.22

#### 5.- Estimación del Agua de la Mezcla

\*La estimación del agua de mezcla se obtiene de la relación a/c

$$a = \left( \frac{a}{c} \right) * C$$

Requerimiento de agua (kg o lt):

94.96

#### 6.- Estimación del Contenido de Agregado Grueso

$$Vag = 1 - (Vp + Vc)$$

Volumen agregado seco - Vag (%)

0.64

Volumen agregado seco - Vag (m3)

0.944

Peso agregado seco - Vag (kg)

1670.4



#### 7.- Dosificación en volumen para 1 m³

Cemento:	0.1281 m3
Agua:	0.0950 m3
Aire atrapado:	0.1500 m3
Agregado grueso:	0.6269 m3
Suma total:	1.0000 m3
Volumen abs. Agregado fino:	0.0000 m3
Peso del agregado fino:	0.0000 Kg

INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
Téc. Ing. Edgar Mayhua Maza  
GERENTE GENERAL

**8.- Ajuste por contenido de humedad**

Agua efectiva:	74.08 litros
Agua efectiva:	0.0741 m <sup>3</sup>
<b>Proporciones finales en obra en peso x m<sup>3</sup></b>	
Peso del Cemento:	365.22 kg
Peso del Agregado Grueso:	1670.40 kg
Peso del Agregado Fino:	0.00 kg
Cantidad de Bolsas de Cemento:	8.59 bolsas

**9.- Dosificación en proporciones**

Proporción	Peso	Volumen
Cemento	1.0	1.0
A. Grueso.	4.6	4.9
A. Fino	0.0	0.0
Agua	0.2	0.6





**INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L**  
Laboratorio de suelos y Materiales

#### 10.- Proporciones Finales

	<b>PESO (Kg)</b>	<b>VOLUME N (m3)</b>
<b>Peso del Cemento:</b>	8.59 bolsas	8.59 bolsas
<b>Peso del Agregado Grueso:</b>	1670.40 kg	0.63 m3
<b>Peso del Agregado Fino:</b>	0.00 kg	0.00 m3
<b>Cantidad de Agua Efectiva:</b>	74.08 lt.	74.08 lt.

#### 10.- Proporciones con desperdicio

Desperdicio en %

20

	<b>PESO (Kg)</b>	<b>VOLUME N (m3)</b>
<b>Peso del Cemento:</b>	10.31 bolsas	10.31 bolsas
<b>Peso del Agregado Grueso:</b>	2004.48 kg	0.75 m3
<b>Peso del Agregado Fino:</b>	0.00 kg	0.00 m3
<b>Cantidad de Agua Efectiva:</b>	88.89 lt.	88.89 lt.



ENSAYO DE FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS														
NTP 339.078 -2012 Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo														
Objeto: Determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.														
PROYECTO:		"DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE FC=175KG/CM2 COMO UNA ALTERNATIVA PARA AGUAS PLUVIALES INCORPORANDO CANTO RODADO – CUSCO 2021".												
SOLICITA:		EBER HUALLPA SAYRE.												
FECHA:		CUSCO, MARZO DE 2021.												
OBSERVACION		Vigas hechas en laboratorio												
Nº	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	F'c (kg/cm2)		DIAL (MPa)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	RESISTENCIA			OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA		(kg/cm2)	(kg/cm2)					(kg/cm2)	%	Debe tener	
1	VIGA 01	09/02/21	16/02/21	7	175	8.20	0.52	37.00	17.00	15.00	5.3	64.6%	67.0%	EN EL RANGO
2	VIGA 02	09/02/21	16/02/21	7	175	8.20	0.44	37.00	17.00	15.00	4.5	54.7%	67.0%	NO CUMPLE
3	VIGA 03	09/02/21	16/02/21	7	175	8.20	0.51	37.00	17.00	15.00	5.2	63.4%	67.0%	EN EL RANGO
4	VIGA 04	09/02/21	23/02/21	14	175	8.20	0.50	37.00	17.00	15.00	5.1	62.2%	83.5%	NO CUMPLE
5	VIGA 05	09/02/21	23/02/21	14	175	8.20	0.65	37.00	17.00	15.00	6.6	80.8%	83.5%	EN EL RANGO
6	VIGA 06	09/02/21	23/02/21	14	175	8.20	0.67	37.00	17.00	15.00	6.8	83.3%	83.5%	EN EL RANGO
7	VIGA 07	09/02/21	09/03/21	28	175	8.20	0.67	37.00	17.00	15.00	6.8	83.3%	100.0%	NO CUMPLE
8	VIGA 08	09/02/21	09/03/21	28	175	8.20	0.71	37.00	17.00	15.00	7.2	88.3%	100.0%	EN EL RANGO
9	VIGA 09	09/02/21	09/03/21	28	175	8.20	0.74	37.00	17.00	15.00	7.5	92.0%	100.0%	EN EL RANGO
<div>SI CUMPLE</div> <div>EN EL RANGO</div> <div>NO CUMPLE</div>														
<div>La resistencia de la viga es Igual o Superior a la resistencia de Diseño</div> <div>La resistencia de la viga es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño</div> <div>La resistencia de la biqueta es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño</div>														
N°B: Para determinar el modulo de rotura se utiliza la siguiente fórmula (Norma Técnica de Edificación 0 60, p.56) $f_r = 0.62 \sqrt{f'_c}$														

donde  $f_r$  es la resistencia del concreto a tracción por flexión (Módulo de Rotura) que a falta de información experimental confiable podrá considerarse, para concretos de peso normal, como:

$$f_r = 0,62 \sqrt{f'_c}$$

(9-12)



COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS CILINDRICAS																																															
C1077-06 Standard Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation																																															
Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las briquetas de concreto a una edad determinada																																															
PROYECTO:		"DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE FC=175KG/CM2 COMO UNA ALTERNATIVA PARA AGUAS PLUVIALES INCORPORANDO CANTO RODADO – CUSCO 2021".																																													
SOLICITA:		EBER HUALLPA SAYRE.																																													
FECHA:		CUSCO, FEBRERO DE 2021.																																													
OBSERVACION:		Briquetas de comprobacion hechas en laboratorio																																													
Nº	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD	(F'c)	DIAL	DIAMETRO	RESISTENCIA			OBSERVACION																																				
		MOLDEO	ROTURA	(dias)	(kg/cm2)	(MPa)	(cm)	(kg/cm2)	%	Debe tener																																					
1	BRIQUETA 01	09/02/21	16/02/21	7	175	11.55	15.50	117.8	67.3%	67.0%	SI CUMPLE																																				
2	BRIQUETA 02	09/02/21	16/02/21	7	175	9.98	15.50	101.8	58.2%	67.0%	EN EL RANGO																																				
3	BRIQUETA 03	09/02/21	16/02/21	7	175	11.87	15.50	121.0	69.2%	67.0%	SI CUMPLE																																				
4	BRIQUETA 04	09/02/21	16/02/21	7	175	8.84	15.50	90.1	51.5%	67.0%	NO CUMPLE																																				
5	BRIQUETA 05	09/02/21	16/02/21	7	175	10.64	15.50	108.5	62.0%	67.0%	EN EL RANGO																																				
<table border="1"> <tr> <td>SI CUMPLE</td><td colspan="10">La resistencia de la biqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño</td><td></td></tr> <tr> <td>EN EL RANGO</td><td colspan="10">La resistencia de la biqueta es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño</td><td></td></tr> <tr> <td>NO CUMPLE</td><td colspan="10">La resistencia de la biqueta es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño</td><td></td></tr> </table>												SI CUMPLE	La resistencia de la biqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño											EN EL RANGO	La resistencia de la biqueta es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño											NO CUMPLE	La resistencia de la biqueta es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño										
SI CUMPLE	La resistencia de la biqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño																																														
EN EL RANGO	La resistencia de la biqueta es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño																																														
NO CUMPLE	La resistencia de la biqueta es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño																																														



INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
Téc. Ing. Edgar Mayhua Meza  
GERENTE GENERAL

COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS CILINDRICAS											
C1077-06 Standard Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation											
<b>Objeto:</b> Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las briquetas de concreto a una edad determinada											
<b>PROYECTO:</b>		"DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE FC=175KG/CM2 COMO UNA ALTERNATIVA PARA AGUAS PLUVIALES INCORPORANDO CANTO RODADO – CUSCO 2021".									
<b>SOLICITA:</b>		EBER HUALLPA SAYRE.									
<b>FECHA:</b>		CUSCO, FEBRERO DE 2021.									
<b>OBSERVACION:</b>		Briquetas de comprobacion hechas en laboratorio									
Nº	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD (dias)	F'c (kg/cm2)	DIAL (MPa)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA			OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	Debe tener	
4	BRIQUETA 11	09/02/21	23/02/21	14	175	14.88	15.50	151.7	86.7%	83.5%	SI CUMPLE
5	BRIQUETA 12	09/02/21	23/02/21	14	175	14.02	15.50	143.0	81.7%	83.5%	EN EL RANGO
7	BRIQUETA 13	09/02/21	23/02/21	14	175	14.29	15.50	145.7	83.3%	83.5%	EN EL RANGO
8	BRIQUETA 14	09/02/21	23/02/21	14	175	13.55	15.50	138.2	79.0%	83.5%	EN EL RANGO
10	BRIQUETA 15	09/02/21	23/02/21	14	175	14.89	15.50	151.8	86.8%	83.5%	SI CUMPLE
<b>SI CUMPLE</b>		La resistencia de la biqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño									
<b>EN EL RANGO</b>		La resistencia de la biqueta es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño									
<b>NO CUMPLE</b>		La resistencia de la biqueta es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño									



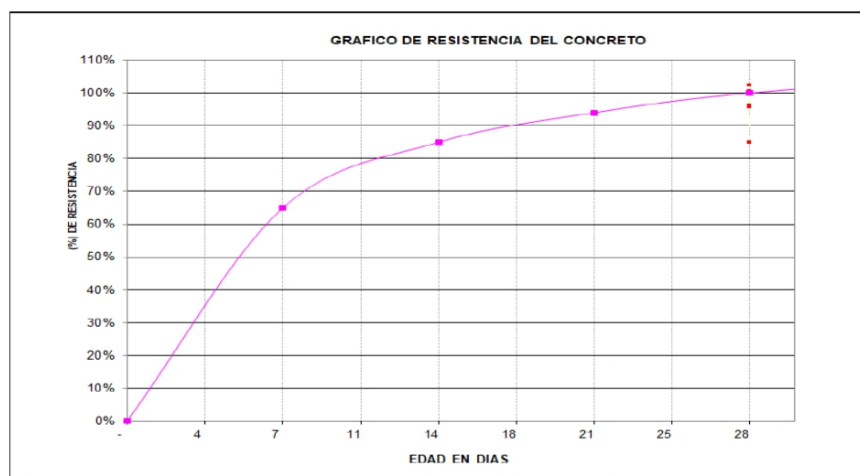
INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.  
*Tec. Ina. Edgar Mayhua Maza*  
GERENTE GENERAL -



COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS CILINDRICAS											
C1077-06 Standard Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation											
Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las briquetas de concreto a una edad determinada											
PROYECTO:		"DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE FC=175KG/CM2 COMO UNA ALTERNATIVA PARA AGUAS PLUVIALES INCORPORANDO CANTO RODADO – CUSCO 2021".									
SOLICITA:		EBER HUALLPA SAYRE.									
FECHA:		CUSCO,MARZO DE 2021.									
OBSERVACION:		Briquetas de comprobacion hechas en laboratorio									
Nº	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD (dias)	F'c (kg/cm2)	DIAL (MPa)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA			OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA					(kg/cm2)	%	Debe tener	
1	BRIQUETA 16	09/02/21	09/03/21	28	175	16.49	15.50	168.1	96.1%	100.0%	EN EL RANGO
2	BRIQUETA 17	09/02/21	09/03/21	28	175	17.26	15.50	176.0	100.6%	100.0%	SI CUMPLE
3	BRIQUETA 18	09/02/21	09/03/21	28	175	14.57	15.50	148.6	84.9%	100.0%	NO CUMPLE
4	BRIQUETA 19	09/02/21	09/03/21	28	175	17.55	15.50	179.0	102.3%	100.0%	SI CUMPLE
5	BRIQUETA 20	09/02/21	09/03/21	28	175	16.42	15.50	167.4	95.7%	100.0%	EN EL RANGO
SI CUMPLE		La resistencia de la biqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño									
EN EL RANGO		La resistencia de la biqueta es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño									
NO CUMPLE		La resistencia de la biqueta es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño									



INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
Téc. Ing. Edgar Mayhua Maza  
GERENTE GENERAL



  
INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.  
Tec. Ing. Edgar Mayhua Meza  
GERENTE GENERAL

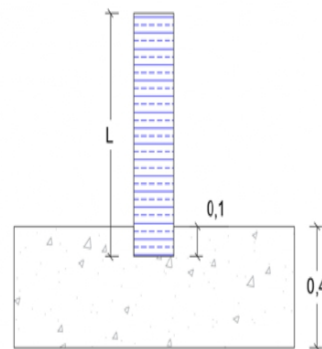
**ENSAYO DE PERMEABILIDAD**

Según la ley de Darcy:

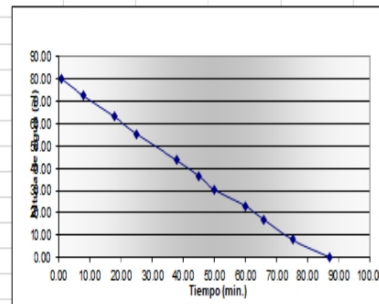
$$k = \frac{V}{I}, I = \frac{\Delta h}{L}, V = \frac{L}{T} \gg k = \frac{L^2}{T \Delta h}$$

Donde:  
*k* es constante de permeabilidad  
*V* es velocidad de descenso  
*I* es gradiente hidráulico  
*L* es la longitud de la tubería  
 $\Delta h$  es la longitud de la tubería  
*T* es el tiempo de descenso

L (cm)=	80.0	$\Delta h$ (cm)=	80.0
T (seg)=	87.00		



Tiempo (seg.)	Intervalo de tiempo (seg.)	Descenso acumulado del nivel (cm)	Descenso del nivel (cm)	Altura del nivel (cm):
1.00	1.00	0.0	0.0	80.00
8.00	7.00	7.5	7.5	72.50
18.00	10.00	17.0	9.5	63.00
25.00	7.00	24.5	7.5	55.50
38.00	13.00	36.5	12.0	43.50
45.00	7.00	43.5	7.0	36.50
50.00	5.00	49.5	6.0	30.50
60.00	10.00	57.0	7.5	23.00
66.00	6.00	63.0	6.0	17.00
75.00	9.00	72.0	9.0	8.00
87.00	12.00	80.0	8.0	0.00



**$k = 0.9195402 \text{ cm/s}$**



ENSAYO DE FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS														
NTP 339.078 -2012 Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo														
Objeto: Determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.														
PROYECTO:		"DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE FC=175KG/CM2 COMO UNA ALTERNATIVA PARA AGUAS PLUVIALES INCORPORANDO CANTO RODADO – CUSCO 2021".												
SOLICITA:		EBER HUALLPA SAYRE.												
FECHA:		CUSCO,MARZO DE 2021.												
OBSERVACION		Vigas hechas en laboratorio												
N°	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD	(F'c)	(Mr)	DIAL	LARGO	ALTURA	ANCHO	RESISTENCIA			OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA	(dias)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(MPa)	(cm)	(cm)	(cm)	(kg/cm2)	%	Debe tener	
1	VIGA 01	09/02/21	16/02/21	7	175	8.20	0.52	37.00	17.00	15.00	5.3	64.6%	67.0%	EN EL RANGO
2	VIGA 02	09/02/21	16/02/21	7	175	8.20	0.44	37.00	17.00	15.00	4.5	54.7%	67.0%	NO CUMPLE
3	VIGA 03	09/02/21	16/02/21	7	175	8.20	0.51	37.00	17.00	15.00	5.2	63.4%	67.0%	EN EL RANGO
4	VIGA 04	09/02/21	23/02/21	14	175	8.20	0.50	37.00	17.00	15.00	5.1	62.2%	83.5%	NO CUMPLE
5	VIGA 05	09/02/21	23/02/21	14	175	8.20	0.65	37.00	17.00	15.00	6.6	80.8%	83.5%	EN EL RANGO
6	VIGA 06	09/02/21	23/02/21	14	175	8.20	0.67	37.00	17.00	15.00	6.8	83.3%	83.5%	EN EL RANGO
7	VIGA 07	09/02/21	09/03/21	28	175	8.20	0.67	37.00	17.00	15.00	6.8	83.3%	100.0%	NO CUMPLE
8	VIGA 08	09/02/21	09/03/21	28	175	8.20	0.71	37.00	17.00	15.00	7.2	88.3%	100.0%	EN EL RANGO
9	VIGA 09	09/02/21	09/03/21	28	175	8.20	0.74	37.00	17.00	15.00	7.5	92.0%	100.0%	EN EL RANGO
SI CUMPLE		La resistencia de la viga es Igual o Superior a la resistencia de Diseño												
EN EL RANG		La resistencia de la viga es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño												
NO CUMPLE		La resistencia de la briqueta es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño												
N°B°: Para determinar el modulo de rotura se utiliza la siguiente fórmula (Norma Técnica de Edificación 0.60, p.56) $f_r = 0.62 \sqrt{f^i_c}$														

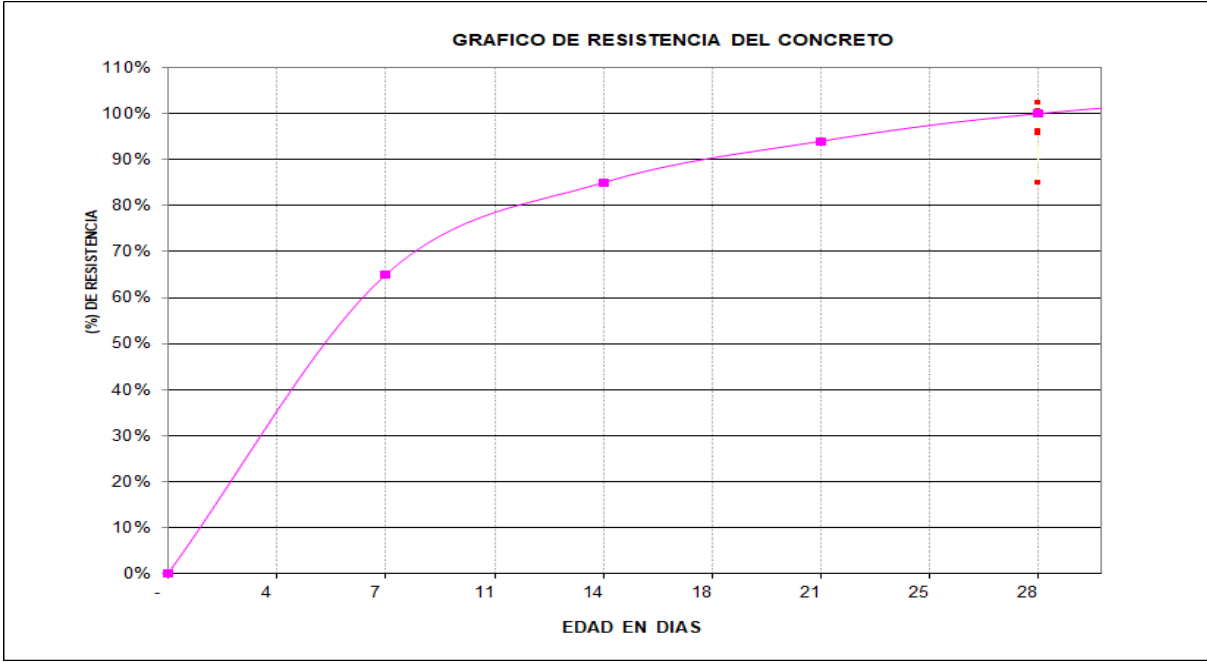
donde  $f_r$  es la resistencia del concreto a tracción por flexión (Módulo de Rotura) que a falta de información experimental confiable podrá considerarse, para concretos de peso normal, como:

$$f_r = 0,62 \sqrt{f'_c} \quad (9-12)$$

COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS CILINDRICAS											
C1077-06 Standard Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation											
Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las briquetas de concreto a una edad determinada											
PROYECTO:		"DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE FC=175KG/CM2 COMO UNA ALTERNATIVA PARA AGUAS PLUVIALES INCORPORANDO CANTO RODADO – CUSCO 2021".									
SOLICITA:		EBER HUALLPA SAYRE.									
FECHA:		CUSCO, FEBRERO DE 2021.									
OBSERVACION:		Briquetas de comprobacion hechas en laboratorio									
Nº	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD	(F'c)	DIAL	DIAMETRO	RESISTENCIA			OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA	(dias)	(kg/cm2)	(MPa)	(cm)	(kg/cm2)	%	Debe tener	
1	BRIQUETA 01	09/02/21	16/02/21	7	175	11.55	15.50	117.8	67.3%	67.0%	SI CUMPLE
2	BRIQUETA 02	09/02/21	16/02/21	7	175	9.98	15.50	101.8	58.2%	67.0%	EN EL RANGO
3	BRIQUETA 03	09/02/21	16/02/21	7	175	11.87	15.50	121.0	69.2%	67.0%	SI CUMPLE
4	BRIQUETA 04	09/02/21	16/02/21	7	175	8.84	15.50	90.1	51.5%	67.0%	NO CUMPLE
5	BRIQUETA 05	09/02/21	16/02/21	7	175	10.64	15.50	108.5	62.0%	67.0%	EN EL RANGO
	SI CUMPLE	La resistencia de la biqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño									
	EN EL RANGO	La resistencia de la biqueta es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño									
	NO CUMPLE	La resistencia de la biqueta es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño									

COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS CILINDRICAS												
C1077-06 Standard Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation												
Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las briquetas de concreto a una edad determinada												
PROYECTO:		"DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE FC=175KG/CM2 COMO UNA ALTERNATIVA PARA AGUAS PLUVIALES INCORPORANDO CANTO RODADO – CUSCO 2021".										
SOLICITA:		EBER HUALLPA SAYRE.										
FECHA:		CUSCO, FEBRERO DE 2021.										
OBSERVACION:		Briquetas de comprobacion hechas en laboratorio										
Nº	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD	(F'c)	DIAL	DIAMETRO	RESISTENCIA			OBSERVACION	
		MOLDEO	ROTURA	(dias)	(kg/cm2)	(MPa)	(cm)	(kg/cm2)	%	Debe tener		
4	BRIQUETA 11	09/02/21	23/02/21	14	175	14.88	15.50	151.7	86.7%	83.5%	SI CUMPLE	
5	BRIQUETA 12	09/02/21	23/02/21	14	175	14.02	15.50	143.0	81.7%	83.5%	EN EL RANGO	
7	BRIQUETA 13	09/02/21	23/02/21	14	175	14.29	15.50	145.7	83.3%	83.5%	EN EL RANGO	
8	BRIQUETA 14	09/02/21	23/02/21	14	175	13.55	15.50	138.2	79.0%	83.5%	EN EL RANGO	
10	BRIQUETA 15	09/02/21	23/02/21	14	175	14.89	15.50	151.8	86.8%	83.5%	SI CUMPLE	
SI CUMPLE		La resistencia de la biqueta es Igual o Superior a la resistencia de Diseño										
EN EL RANGO		La resistencia de la biqueta es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño										
NO CUMPLE		La resistencia de la biqueta es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño										

COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS CILINDRICAS											
C1077-06 Standard Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation											
Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las briquetas de concreto a una edad determinada											
PROYECTO:		"DISEÑO DE UN CONCRETO PERMEABLE FC=175KG/CM2 COMO UNA ALTERNATIVA PARA AGUAS PLUVIALES INCORPORANDO CANTO RODADO – CUSCO 2021".									
SOLICITA:		EBER HUALLPA SAYRE.									
FECHA:		CUSCO,MARZO DE 2021.									
OBSERVACION:		Briquetas de comprobacion hechas en laboratorio									
N°	ESTRUCTURA / ELEMENTO	FECHA		EDAD	(F'c)	DIAL	DIAMETRO	RESISTENCIA			OBSERVACION
		MOLDEO	ROTURA	(dias)	(kg/cm2)	(MPa)	(cm)	(kg/cm2)	%	Debe tener	
1	BRIQUETA 16	09/02/21	09/03/21	28	175	16.49	15.50	168.1	96.1%	100.0%	EN EL RANGO
2	BRIQUETA 17	09/02/21	09/03/21	28	175	17.26	15.50	176.0	100.6%	100.0%	SI CUMPLE
3	BRIQUETA 18	09/02/21	09/03/21	28	175	14.57	15.50	148.6	84.9%	100.0%	NO CUMPLE
4	BRIQUETA 19	09/02/21	09/03/21	28	175	17.55	15.50	179.0	102.3%	100.0%	SI CUMPLE
5	BRIQUETA 20	09/02/21	09/03/21	28	175	16.42	15.50	167.4	95.7%	100.0%	EN EL RANGO
SI CUMPLE		La resistencia de la briketa es Igual o Superior a la resistencia de Diseño									
EN EL RANGO		La resistencia de la briketa es Igual o Superior al 85% de la resistencia de Diseño									
NO CUMPLE		La resistencia de la briketa es Inferior al 85% de la resistencia de Diseño									





## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

Según la ley de Darcy:

$$k = \frac{V}{I}, I = \frac{\Delta h}{L}, V = \frac{L}{T} \gg k = \frac{L^2}{T \cdot \Delta h}$$

Donde: *k* es constante de permeabilidad  
*V* es velocidad de descenso  
*I* es gradiente hidráulico  
*L* es la longitud de la tubería  
 $\Delta h$  es la longitud de la tubería  
*T* es el tiempo de descenso

L (cm)=	80.0	$\Delta h$ (cm)=	80.0
T (seg.)=	87.00		

Tiempo (seg.)	Intervalo de tiempo (seg.)	Descenso acumulado del nivel (cm)	Descenso del nivel (cm)	Altura del nivel (cm):
1.00	1.00	0.0	0.0	80.00
8.00	7.00	7.5	7.5	72.50
18.00	10.00	17.0	9.5	63.00
25.00	7.00	24.5	7.5	55.50
38.00	13.00	36.5	12.0	43.50
45.00	7.00	43.5	7.0	36.50
50.00	5.00	49.5	6.0	30.50
60.00	10.00	57.0	7.5	23.00
66.00	6.00	63.0	6.0	17.00
75.00	9.00	72.0	9.0	8.00
87.00	12.00	80.0	8.0	0.00

$$k = 0.9195402 \text{ cm/s}$$

